



Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
University of Ottawa

GESCHICHTE
DER
NATURWISSENSCHAFTEN
IM MITTELALTER.

IM GRUNDRISS DARGESTELLT

VON

DR. FRANZ STRUNZ,

PRIVATDOZENTEN AN DER K. K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN WIEN.

MIT EINER ABBILDUNG.



STUTT GART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1910.

Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.

Prinzipien der mechanischen Naturlehre.

Ein Kapitel aus einer Philosophie der
Naturwissenschaften.

Von

Wirkl. Geh. Rat Prof. Dr. W. Wundt.

Zweite umgearbeitete Auflage der Schrift:

Die physikalischen Axiome und ihre Beziehung zum Kausalprinzip.

8°. 1910. geh. M. 5.60; in Leinw. geb. M. 6.60.

GESCHICHTE
DER
NATURWISSENSCHAFTEN
IM MITTELALTER.

IM GRUNDRISS DARGESTELLT

VON

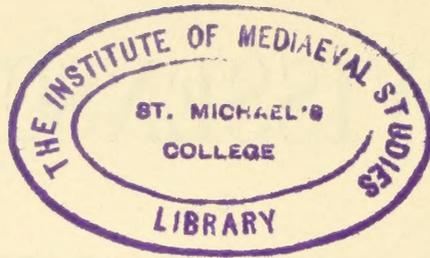
DR. FRANZ STRUNZ,

PRIVATDOZENTEN AN DER K. K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN WIEN.

MIT EINER ABBILDUNG.



STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1910.



JUN - 1 1938

10709

Das Uebersetzungsrecht für alle Sprachen und Länder
vorbehalten.

EMMA KALLIWODA

IN LAUSANNE

ZUM 20. JULI 1910.

Motto:

„... und ehe einst die Welt aufhören wird, wird wunderbarlich wahr werden, was jetzt noch als unmöglich gilt, als unerhofflich, unglaublich und verzweifelt.“

Theophrastus Paracelsus.

„... denn jede Zeit hat vielleicht ihren eigenen Punkt der Blindheit und also ihre besondere Sünde — den Prüfstein eines unfehlbaren Gewissens in den auserwählten Wenigen.“

Walter Pater (Marius der Epikuräer).

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit versucht das erste Mal die Entwicklung der mittelalterlichen Naturbetrachtung und Naturerkenntnis an der Hand der Quellen in den Grundlinien zusammenzufassen. Daß ein derartiges Beginnen sowohl in rein stofflicher Hinsicht als auch nach der methodologischen Seite seine Mühen hat, braucht nicht abermals betont zu werden. Vieles aus der Geschichte der Naturforschung im Mittelalter liegt noch in schwerem Dunkel, vor allem wichtige ursächliche Zusammenhänge mit Antike und Orient; manche gefühlsmäßige Formung des Welt- und Naturbildes scheint uns so ganz jenseits aller geschichtlichen Logik zu stehen, und mit welcher Optik das Auge dieses Forschertypus das Unbekannte ansah und dafür bestimmte Vorstellungen wählte, ist leider vielfach nur Vermutung. Wo ist da das Ideal einer Biographie nur annähernd erreicht?

Das Mittelalter, die arg gescholtene, trostlose Zeit mit ihrer „barbarischen“ Seele — vielleicht zeigt auch dieser bescheidene Versuch, wie gerade in jenen herben, waffenstarken und doch so phantasiehaften Tagen manche Bestandstücke aller späteren Geisteskultur geformt und gefügt wurden, Denkelemente, deren Abkunft auch unsere moderne Verstandesarbeit nicht zu verwischen vermag. Wenn auch diese Zeit der Naturwissenschaft vor allem aus der Antike entlehnt und das Uebernommene (oft mit alten Irrtümern beschwert), nicht einmal in den Stil eines neuen Denkens kleidet, so war trotzdem die Art des Wählens und das Wie ihrer Rezeptivität doch derart großzügig und herrisch, daß sie einer vergleichenden geschichtlichen Betrachtung wert zu sein scheinen. Wem sollte das Naturgefühl des mittelalterlichen Gelehrten nichts zu sagen haben? Die großen geistigen Epidemien, die auch ihn mitrissen? Die Erschöpfungen und Ueberreizungen, die auch ihn bezwangen und die Bilder seiner Seele wunderlich färbten? Auch hier blüht der Lenz, durch Heimweh und Träume vergoldet, auch hier sinnt man über das bleiche, verfallende Gesicht des Sterbens und auch hier suchen Leiden und Kämpfe, Bitternis und alle die grausamen, dunkeln Dinge des Lebens Ruhe in dem Beruhigenden der Natur. Und hat nicht auch in diesen

so selbstsicheren Gelehrten die Sehnsucht gelebt — die Sehnsucht nach den Fernen und den weichen, blauen Nebeln, die unseren Horizont verhüllen? Es kamen diese Stimmen nie zur Ruhe. Die mittelalterliche Kirche, ihre kühle Wissenschaft und doch bewegte Gefühlswelt kennt keinen Herzenskrampf und keinen Seufzer, die auch wir nicht noch fühlten, denn aus denselben Grundwassern des inneren Lebens schöpfen wir noch immer. Wenn auch vieles bereits nur leise in unser Bewußtsein klingt.

Der Abfassung dieses Versuches haben meine lieben Freunde, die Herren Universitätsprofessoren Dr. Julius Pagel in Berlin und Dr. Max Neuburger in Wien, warmes Interesse entgegengebracht, wie auch die verdienstlichen Förderer der Geschichte der Naturwissenschaften an unserer Hochschule, Herr Hofrat Prof. Dr. Alexander Bauer und Herr o. ö. Prof. Dr. Max Bamberger. Ihnen allen danke ich hier für manch anregendes Wort, das mich im mündlichen oder brieflichen Gedankenaustausch erreichte und hier gedenke ich auch Gesprächen an den sommerlichen Ufern des Genfer Sees, mit jener Frau, deren Name das Widmungsblatt ziert.

Wien, Pfingsten 1910.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung	1—7
II. Die allmähliche Ausbildung des neuen christlich-kirchlichen Naturbegriffes	8—47
a) Uebergang von antiker zu frühmittelalterlicher Naturbetrachtung und deren Entlehnungen beziehungsweise Weiterführungen	8—18
b) Das Naturgefühl dieser Epoche	18—23
c) Praktische Naturforschung im Frühmittelalter und ihre Entlehnungen	23—45
d) Die Anfänge germanischer Naturbetrachtung und Naturerkenntnis	45—47
III. Die Naturforschung der Araber	48—80
a) Allgemeines	48—52
b) Die Ergebnisse der arabischen Naturwissenschaft	52—80
1. Die exakten und beschreibenden Naturwissenschaften (mit Ausschluß der theoretischen und praktischen Chemie)	52—64
2. Die theoretische und praktische Chemie. (Mit Berücksichtigung ihrer allmählichen Entwicklung aus dem Späaltertum und Frühmittelalter)	64—80
IV. Das Zeitalter der Scholastik	81—113
a) Allgemeines über die theoretische Naturbetrachtung dieser Epoche	81—88
b) Die praktische Naturforschung im Zeitalter der Scholastik	88—113
V. Die Naturforschung im Zeitalter der deutschen Mystik und des ausgehenden Mittelalters	114—120

I. Einleitung (Allgemeines).

Will man die Geschichte der Naturwissenschaften des Mittelalters in ihrem Gesamtbild festhalten und ihren wichtigsten Entwicklungsreihen nachspüren, so ergeben sich folgende Richtungslinien: vor allem handelt es sich um eine Einführung in den Geist der mittelalterlichen Naturbetrachtung, und zwar einerseits in die großen wissenschaftlichen, rein rationalen Bestrebungen derselben, andererseits in das völlig abergläubische und phantasihafte Erfassen der Außenwelt. Das ergibt wieder zwei Aufgaben: auf der einen Seite die Untersuchung der fast durchwegs auf antiker Grundlage weiterarbeitenden Naturforschung dieser Zeit, auf der anderen eine mehr psychologische Deutung der mittelalterlichen Subjektivität, Methodelosigkeit und abergläubischen Vorstellungen. Und doch zeigen sich genugsam aus beiden Typen gewisse seltsame Mischformen von echter Wissenschaft, Aberglaube, Willkür, wohl erwogener Rezeptivität, kindlicher Leichtgläubigkeit, logischer Konsequenz, Scharfblick und Hysterie, die oft in wunderlichen Gelehrtenpersönlichkeiten zu Worte kommen. Die wissenschaftliche und ästhetische Naturbetrachtung des Mittelalters ist aber auch hier scharf zu scheiden vom Naturgefühl oder Natursinn im allgemeinsten Sinne. Und doch haben sich wissenschaftliches und ästhetisches Naturbetrachten so oft einander genähert und sind vielfach in manchen Persönlichkeiten der Vergangenheit untrennbar verbunden gewesen. Unter den Denkern, die sich der Natur kritisch-empirisch oder von einem mehr allgemeinen, philosophischen Standort, d. h. durch Abstraktion von Beobachtungen und Erlebnissen zu nähern versuchten, gab es immer wieder solche, die auf den Höhenpunkten ihres Schaffens aus dichterischen Erlebnissen heraus von der Welt der Erscheinungen geredet haben. Nicht daß sie die ungeheure Mannigfaltigkeit der uns erscheinenden Außenwelt in ein dogmatisches System gesetzmäßiger Abhängigkeitsbeziehungen zwischen räumlichen, zeitlichen und Zahlbestimmungen preßten, nicht daß sie auf Erkenntnis von allgemeinen Tatsachen drängten, sondern darauf zurückgingen, was schon am Anfange der ältesten Naturbetrachtung und Naturerkenntnis steht und das viel früher ist, als der rechnende Verstand und der Sinn für meßbare Realitäten: das Gefühl. Das Fühlen ist zuerst gewesen, aus dem Naturgefühl (d. i. die Fähigkeit, sich in die Natur einzu-

fühlen und sie mit unseren Symbolen und Gemütswerten zu durchwirken) sind alle feineren Spekulationen über Wesen und Sinn, Gesetzmäßigkeit und Entwicklung emporgestiegen, und diejenigen, die das erstmal die Welt als lebendiges Ganze gefühlt haben, waren die frühesten Vorboten einer späteren Naturspekulation. Aber das nicht allein, sie waren auch die ersten Mystiker, denn sie erlebten die Einheit und sahen in der verhüllenden Erscheinungswelt der Oberfläche die Symbole des — Gefühls. Mystik ist gefühlte Einheit des Lebens und besonders in den Bezirken der Religion dünkt sie uns — trotz aller skeptisch angehauchten Sehnsucht, die in jedem mystischen Denken ist — als inneres Erleben und die wirklich subjektive Gewißheit. . . . Mit dem steigenden oder fallenden Niveau der menschlichen Seele hat sich die Natur geändert und die fortdauernd wechselnden Naturbetrachter haben die bunte Variation der Welt geschaffen. Wir gestalten sie und nicht sie uns. Der Menscheng Geist ist das Wesen der Natur und die Natur ist die Entfaltung desselben, denn die „Wirklichkeit“ ist doch erst durch die formende Tätigkeit unseres seelischen Geschehens entstanden. Wir machen, verwirklichen und formen die Natur als Abdruck unserer seelischen Form. Und es hat auch immer — auf allen Werdestufen der Geschichte der Naturwissenschaften und Naturphilosophie — Naturforscher und Dichter gegeben, die davon überzeugt waren. Freilich dürfen wir nicht vergessen, daß man heute wissenschaftliche und ästhetische Naturbetrachtung in einer gewissen Beziehung immer streng voneinander scheiden muß, wenn man nicht elementare Begriffe trüben will. Die Wissenschaft sieht die Natur unter der Idee des notwendigen Naturgesetzes und der lückenlosen Logik der Mathematik, das ästhetische Naturgefühl dagegen erlebt einen Kosmos und seine individuelle Totalität. Jede kleinste Blume ist ihm etwas Persönliches, das noch einen tieferen Sinn haben muß, als die äußere Erscheinung. Die Wissenschaft untersucht und vergleicht, das Naturgefühl schaut an und erlebt. Die Wissenschaft geht vor allem auf das Einzelne, das Naturgefühl auf die Gesamtarchitektonik und das ästhetisch Bedeutsame. Die Wissenschaft zielt auf mathematisch fundierte Wahrheiten und will von hier aus die Sinnenwelt erkennen, das Wesen dieses Erkennens und seine Grenzen. Das Naturgefühl will ausdauernd empfinden. Das moderne Naturgefühl fließt aber aus uralten Quellen. Bereits der Mythos ist naturdeutend und leitet sich aus der Naturbetrachtung ab. Natursage ist — ganz abgesehen von ihren rein ätiologischen oder willkürlich ätiologischen Momenten — nichts anderes als Astronomie in den bunten und phantasievollen Gewändern der Dichtung. Aus den Mythen (den Göttergeschichten) entstanden die Sagen und Märchen. Die Geschichte des Naturgefühls ist auch ihre Geschichte, eine Geschichte von Natur- und Landschaftserleb-

nissen, die doch wieder eine Geschichte von Seelenzuständen vorstellt. So führt diese Entwicklungslinie über Altertum, Mittelalter und Renaissance bis mitten in unsere neue und neueste Zeit und in die Kreise unserer feinen Landschaftspoeten und optischen Genies. Geschichte des Naturgefühls ist eine Geschichte des Auges und des Gemüthhaften der Seele. Auch sie ist Seelengeschichte, eine Geschichte der Farben, des Kolorits und der Helligkeitsstufen des gefühlsmäßigen Geschehens in uns. Sehprozeß und Gefühlsumsetzung, das ist das Kernhafte. Wir machen die Landschaft und das Milieu, durch unsere seelischen Kräfte wird sie erst. Eine historische Betrachtung bringt uns die Tatsache nahe, daß in allen Zeiten Naturgefühl, dichterisches Erleben und erhöhte Kraft der Anschauung mit den Naturwissenschaften gemeinsame Sache gemacht haben. Besonders auch in manchen Epochen des Mittelalters.

Die Geschichte der mittelalterlichen Naturforschung wird auch die Psychologie und Geschichte des Aberglaubens kurz zu untersuchen haben und vor allem auch die Wege, auf denen diese Irrtümer ins europäische Mittelalter gelangten, und dann die Arten und Wandlungen dieser Spekulation, soweit sie mit den Naturwissenschaften zusammenhängen. Um das gleich hier vorweg zu nehmen: das Mittelalter ist in seiner Naturbetrachtung reich an abergläubischen Vorstellungen. Heidnische und christliche Magie, Dämonenglaube, Runen, Zauberei, Beschwörungskunst, Totenaberglaube, Traumdeutung, Hexerei, der Teufelskult als eine Karikatur der Gottesverehrung, die kabbalistische Doktrin, Astrologie, Goldmacherei, Chiromantie, Geomantie, Arithmomantie, das sogenannte „Gesetz“ von der Sympathie und Antipathie der Dinge, magische Heilkunde und Volksmedizin, Augenzauber, die Wünschelrute, Liebeswahn und Liebestränke, Vision und Ekstase, abergläubische Vorstellungen in bezug auf Tier und Pflanze u. a. sind die Bestandstücke dieser weiten, bunten Welt mittelalterlicher Phantasiehaftigkeit und Hysterie. Ein Beispiel möchte hier gleich zeigen, wie aber in diese abergläubischen Vorstellungen wissenschaftliches Denken oft eingebettet war, oder wie das wissenschaftliche Problem die wunderlichen Gewänder des Irrtums und des Volksglaubens trug; nur der Kundige sieht durch die Hülle und den antiken Faltenwurf hindurch das Neue sich bewegen, das hier noch versteckt, aber bereits am Werke ist. Man denke an die Alchemie. Ihr Problem gehört in gleichem Maße in die Geschichte der Naturwissenschaften, wie in die der allgemeinen Irrtümer, denn die Entwicklung des Aberglaubens ist organisch mit dem Reifen wissenschaftlicher Denkarbeit verknüpft. Eine Trennung ist fast undurchführbar, wenn man das geschichtliche Ganze als psychologische Einheit nicht zerstören will. Freilich wissen wir heute — und das nimmt dem Worte „Aber-

glaube“ viel von jenem unsympathischen Klang früherer Zeit —, daß wir es hier mit einer sehr wichtigen geschichtlichen Erscheinung zu tun haben, die in einem gewissen Sinne das Werden der geistigen Kultur selbst ist. Fast möchte man das Wort wagen: aller Aberglaube ist alte Wissenschaft, alle Wissenschaft neuer Aberglaube. Gewiß ist aber der Aberglaube vielfach nichts anderes als älteste Religion. Er nimmt persönliche, reale Mächte an, die in rätselhafter Weise Natur und Schicksal durchsetzen, Mächte, die aber oft rein dinghaft, naturhaft sind und auch ethische Beziehungen zu den Menschen gewinnen können. Aber wie oft ist der Aberglaube als verkrüppelte Religion in die Geschichte getreten! Er ist dann als illegitime Religion ausgerufen worden. Im Kern verknüpft er aber in eigentümlicher Weise die sinnliche mit einer übersinnlichen Welt und reift meist auf religiösem Boden, aus den Süchten und Wünschen der Menschen rein geistige und ideale Erlebnisse dinghaft zu machen, ja überhaupt für das Ideal einen sinnlichen Stellvertreter zu setzen. Der Aberglaube hat alle Spannungszustände des wissenschaftlichen Sinnens und Vermutens mitgemacht, den Enthusiasmus der Wißbegierde und der Bewunderung, das seltsame Bewegen der dichterisch gestimmten Seele, die Aeüßerungen eines starken Naturgefühls und alle die unsicheren und phantasiahaften Stimmungen, die Verstand und Einbildungskraft aus der nüchternen Enge der Alltäglichkeit und trockenen Lehrhaftigkeit herausführen sollten. Der Aberglaube war aber in seinen elementaren Grundzügen nicht Betrug oder Lüge. Keineswegs. Alle von ihm in Anspruch genommenen Fähigkeiten und Kompetenzen sind meist nichts weiter als schlechte Beobachtung und falsche Auslegung. Er ist etwas Relatives: was heute Aberglaube ist, war einst Wissenschaft. Und oft umgekehrt. Es kommt auf den Standort an, auf dem man steht. Jede Geschichte des Aberglaubens bietet auch meist eine Geschichte des naturwissenschaftlichen Fehlers und Irrtums, der falschen Auslegung von mehr oder weniger schlecht beobachteten Phänomenen, eine Geschichte der übereilten und unkritischen Hypothese. Sie ist ein Stück Geschichte der Naturwissenschaften, wenn auch mehr jener Epochen, die noch an die Mitwirkung unbekannter Kräfte glauben, die außerhalb aller Kausalität stehen und die sinnliche Welt mit einer sogenannten übersinnlichen verknüpfen. Oder umgekehrt: rein Geistiges wird durch Handlung oder Symbol sinnlich gemacht und an Dinge oder Personen gebunden. . . . Und der moderne Aberglaube? Er leitet sich wohl in erster Linie vom europäisch-mittelalterlichen ab und erhielt besonders durch die neue Naturwissenschaft einige andere Nuancen. Freilich ist davon nur ein geringer Teil ureuropäisch. Der Hauptbestand kam aus dem Orient. Aber gewiß sind in vielem Aberglauben wertvolles Wissensgut und lebendige Kenntnisse verborgen. Eben in

der Alchemie! Sie ist der Boden, aus dem unsere Chemie hervorging, ihre unsicheren und tastenden Versuche halfen das moderne methodische Experiment mitbegründen, und ihre großen und kleinen, voreiligen und selbstbetrügerischen Vorstellungen des Unbekannten führten oft zu Entdeckungen und Erfindungen, die selbst wieder neue wissenschaftliche Bedürfnisse schufen. Viele Inhalte ihrer Erkenntnisse gelten auch heute noch, wenn auch die Formen andere sind, in denen sie sich ausdrücken.

So wie die Geschichte der mittelalterlichen Philosophie den bezeichnenden Zug der Aufnahmefähigkeit und Empfänglichkeit zeigt, so auch die Naturforschung dieser Epoche. Auch hier viel, fast meist Uebernahme antiken Gutes, auch hier ein Arbeiten nach Methoden und Stileigentümlichkeiten der großen Vorbilder (besonders des Aristoteles, Platon und Augustin), auch hier ein langsames Vordringen der ganzen Spekulation, das im Anfange weder starke Kontraste, noch irgendwelche Subjektivitäten kennt. Es ist eine ruhige — wenn wir allerdings von den tieferliegenden inneren Konflikten des mittelalterlichen Naturfühlers absehen —, erstaunlich konsequente und nach Gleichartigkeit strebende Arbeit, die sich nach außen zeigt. Trotz aller märchen- und legendenerzeugenden Kräfte, trotz aller Phantasiehaftigkeit und Paradoxie, die in dieser Zeit wirksam waren, kommt immer und immer wieder eine beispiellos strenge Denkwucht zu Worte, die bei allem Fehlerhaften und Irrtum auch noch heute verblüfft. Aber auch in der Naturforschung war es ein gebundenes Denken, ein Forschen und Suchen und Entdeckenwollen aus der Mitte heraus, es war auch hier ein Stil des Denkens, der in seinem Grundschema von der Autorität ausgeht. Das Mittelalter hat auch in seinen begabten Naturforschern großartig konsequent gedacht, ohne persönliche Abschweife und subjektive Eigenart. Das Moment der Rezeptivität ist vorherrschend und darum organisierte man damals das Wissen anders. Auch den Naturforschern sind, wie gesagt, Aristoteles, Platon und Augustinus wissenschaftliche Auktorität und höchste Instanz. Die Antike dient überhaupt zur Rationalisierung mittelalterlich-christlicher Ueberzeugung. Das Mittelalter macht einen tiefen Einschnitt zwischen Gott und Welt, Jenseits und Diesseits. Es kennt noch nicht unsere modernen Lehren vom Zusammenhang aller Dinge. Es handelt sich dem Mittelalter bei dieser Scheidung um zwei verschiedene Welten, um akute Gegensätze, die nie und nimmer einen Zusammenhang aller Ereignisse annehmen lassen, wie ihn unsere Zeit in ihrem Denken und seinen Formproblemen gebildet hat. Die Auktorität des göttlichen Wortes durchwirkte alles und färbte sogar die der Theologie und Frömmigkeit fernliegendsten Gedanken und Stimmungen. Man sagte sich: eine gesetzgebende Gewalt leitet alles. Die Menschen gelten als verantwortlich und strafbar, da sie freien Willen besitzen.

Gottesreich, Staat und freier Wille sind die Grundpfeiler der mittelalterlichen Metaphysik. Die Naturforschung des Mittelalters steht also vielfach auf diesen Voraussetzungen, doch es fehlt auch hier nicht an sogenannten antinomischen, rebellischen Regungen, die die Renaissance vorbereiten helfen. Aerzte und Naturforscher glauben ja noch an das Wirken geistiger Kräfte und übersinnlicher Gewalten, aber trotzdem erheben geniale Männer ihre Stimme und weisen auf Erfahrung und Experiment, auf Vergleich und auf die wichtigste Vorbedingung alles Naturforschens: auf die Kunst des Sehens. Freilich dachte man damals ganz anders über die Wahrheit und die Wege, die zu ihr führen, denn man hatte ja für das Verhältnis des Menschen zur Natur — und das ist ja das ewige Problem aller Philosophie gewesen, so wie für alle Religion das Leben nach dem Tode und die Unsterblichkeit der Seele — andere Werte. Das Mittelalter hat an die Existenz einer festen, sicheren Wahrheit geglaubt, die nur gefunden zu werden braucht, um am Ziele zu sein. Sie galt als etwas Wirkliches, das man wie einen Schatz ausgraben oder wie das Gold der Alchemisten entdecken kann. Sie ist bereits als etwas Tatsächliches, Dinghaftes dagewesen, so wie ja auch das Gold schon im minderwertigen Ausgangsmaterial des Goldsuchers verborgen war. Augustinus spricht wie von einem Entdecken, Weitergeben oder Weiterführen der Wahrheit, und dieses „Weitergeben der Wahrheit“ ist eine bezeichnende Geste des mittelalterlichen Denkens. Wir Modernen streben dagegen nach bescheideneren Zielen, d. h. wir suchen vorläufig immer nur Wahrheitswerte und sogenannte „formale Wahrheiten“, die aber (wenn sie von exakt wissenschaftlicher Seite kommen) keineswegs den Anspruch auf unumstößliche Welterkenntnis erheben. Unsere heutigen Wahrheitswerte sind oft nur da, um die Welt als Totalität, als Gemälde und Ereigniszusammenhang weniger reich an Verflechtungen und Verhüllungen zu gestalten, das Ganze zu vereinfachen und einer Gesetzeseinheit nachzuspüren. Im Mittelalter galten auch die „Wahrheiten“ der Natur als auffindbar, vorausgesetzt, daß man sich der Auktorität des göttlichen Wortes nicht verschloß und sich nicht von ihr entfernte, und daß man daran festhielt, Wissen und Glauben, Philosophie und Theologie seien dasselbe. Die Erde steht nach dieser Weltanschauung völlig unter der Gewalt des Jenseits und zwar in allen Fragen.

In diese eigentlich erstaunlich klaren und einfachen Voraussetzungen bettete man antikes und frühchristliches Wissenskapital ein. Immer zeigt sich der auffallende Drang, Material in sich aufzunehmen und es christlich zu einem neuen Organismus umzuarbeiten. Eine dialektische Begriffswissenschaft macht auch mit der Naturwissenschaft vielfach gemeinsame Sache und treibt sie freilich oft durch lange Zeit einer Natur-

entfremdung zu. Die Begriffsdistinktionen reden oft wichtiger als das Experiment und wichtiger als das — — Sehen. Aber auch das kommt hinzu, daß die übertrieben teleologische, d. h. zielstrebige Betrachtungsart der Natur trotz ihres ernstesten Antriebes zu einer wissenschaftlichen Deutung des Naturgeschehens ein einseitiges Bild von der Gesamtheit und vom Zusammenhang der Welt gibt. Die mittelalterliche Teleologie, die damals in einheitlicher Weise die Meinung vertrat, daß die Natur göttliche Zwecke und Ziele erstrebe und ins Dasein setze, und daß diese eigentlich überirdischen *causae finales* die Totalität der natürlichen Ursachen bestimmen und führen —, ward bei allem guten Willen gewiß manchmal ein Hindernis für die Förderung einer Forscherarbeit, die ausdrücklich als eine „Selbstrechtfertigung und Beglaubigung der Vernunft“ auf die Bühne der Wissenschaften getreten ist. Diese Forscherarbeit hat sich ja schon in den besten Tagen des Altertums von Ahnungen voll darum bemüht, vom exakten Standort durch empirische und erkenntnistheoretische Begründung Voraussetzungen und Grenzen der Naturerkenntnis zu untersuchen. Freilich in der Weise antiker Wissensmöglichkeiten. Das Mittelalter ist hier zeitweise ein empfindlicher Rückschritt. Allerdings wurde das um die Wende des XII. und XIII. Jahrhunderts anders, als die arabische Wissenschaft mächtig durchdrang und der naturwissenschaftlichen Praxis neue Wege schuf. Damals begann auch eine neue, auf die Empirie drängende Verwertung des Aristoteles und der Neuplatoniker.

So zeigt uns die mittelalterliche Naturforschung bei allen Gegensätzen und Konflikten auch als geschichtliche Totalität ein zusammenhängendes, klares Bild. Denn alles seelische Geschehen, das wir in der Form der „Geschichte“ festhalten, ist etwas Zusammenhängendes und immer Lebendiges, das mit den Strömungen der Zeit seine Niveauschwankungen des Erklärens und Deutens hat. Die Formung des geistigen Weltbildes kommt nie zur Ruhe und wandelt sich mit den subjektiven Denkformen der seelischen Epochen zu immer neuen Wirklichkeiten. Die Geschichte, die doch dauernd auf Ausweitung der Erfahrung drängt und eine Empirie der Vergangenheit ist, steht nicht still, denn sie verändert sich mit uns. Nicht allein das „Stoffliche“ kommt in Betracht, sondern das Wie des Sehens und die Gefühlsumsetzung des Gesehenen. Auch hier gilt noch die alte Weisheit: nicht die Ereignisse sind die Hauptsache, sondern wie wir die Ereignisse fühlen.

II. Die allmähliche Ausbildung des neuen christlich-kirchlichen Naturbegriffes.

a) Uebergang von antiker zu frühmittelalterlicher Naturbetrachtung und deren Entlehnungen beziehungsweise Weiterführungen.

Die Weise, über Natur und Landschaft zu reden, wie wir sie aus den neutestamentlichen Schriften kennen, ist keine finstere, trauerbeladene Welt der Dämonen. Die sonnigen Synoptikerevangelien künden von Freude an Leben und Wachsen, Reifwerden und Fruchtragen, und auch der, der die paulinischen Briefe geschrieben hat, war belebt von einem starken Naturgefühl, von einer Tiefe und Klarheit des Naturerlebnisses, die uns innige Herzenstöne eines Dichters fühlbar machen. Freilich der Hellenismus, diese bunte Welt des erweiterten Griechentums, kommt hier in den paulinischen Briefen stellenweise zu Wort, auch seine Sehnsucht und Hoffnung, Erwartung und Schwärmerei. Vor allem die sogenannten Apokalypsen zeigen in ihrer schwermütigen Naturbetrachtung bereits die Richtung an, die die Naturbetrachtung des Frühchristentums und späteren Mittelalters nehmen wird, und gemahnen schon daran, wie das stille reine Landschaftsbild des synoptischen Evangeliums mit den grauen Tüchern einer schweren Zeit langsam verdüstert wird und in alles eine wunderliche Welt der Angstvision, Phantastik und nervösen Erwartung hereinklingt. Ein Blick z. B. in die interessante Johannesapokalypse, die unter Kaiser Domitian (81—96 n. Chr.) in die Oeffentlichkeit kommt, macht uns diese Anzeichen unwillkürlich fühlbar. Wenn auch dieses Buch noch eingehüllt ist in jene jüdisch-persönliche, wir möchten sagen leidenschaftliche Stimmungswelt des alten Prophetismus und in eine Leidensbereitschaft und verzückte Begeisterung, so liegen doch hier Anregungen und Keime für das mittelalterliche Naturgefühl verborgen. Vom Johannesevangelium (entstanden etwa um 110 n. Chr.) dagegen geht mehr alexandrinische Luft aus und umgibt stimmungsvoll seine feinen Naturausschnitte. Die schwere Grundstimmung und Umwelt, von der wir eben sprachen, haften auch den Apokryphen an, jenen Lehrschreiben, Predigten und Briefen, Kirchenordnungen, Apostellegenden und Apokalypsen, die so unverfälscht den Stempel des Urchristentums an sich tragen. Diese Literatur fällt in die Zeit vor

Origenes († 254). Sie geht bis ins erste Jahrhundert zurück. Wir nennen den 1. Klemensbrief, der 95 auf 96 geschrieben ist (also älter als manches aus dem Neuen Testament), die „Himmelfahrt des Jesajas“ (verwendet vorchristliche Stoffe), 6. Esra, die Johannesakten, Ignatius, den Barnabasbrief, die Evangelien der Hebräer und Eboniten, die sogenannten gnostischen Evangelien, den Hirten des Hermas, die Sibyllinen, die Didache, vornehmlich die Petrusapokalypse u. a. m. Diese Literatur führte auch in die der nachfolgenden, die eigentlich nicht mehr „Urchristentum“ ist, in das Zeitalter der Kirchenväter (apostolische Väter, Patristik). Ihre Schriften fallen alle entweder in das Ende des ersten oder in den Anfang des zweiten Jahrhunderts hinein. Aelter sind sie nicht. Viele von den vorgenannten gehören also schon zu den apostolischen Vätern, wie z. B. die Didache (Ἐκκαθάρσις τῶν δώδεκα ἀποστόλων), der Barnabasbrief, Klemens von Rom, Ignatius von Antiochien, Polykarp von Smyrna, Papias von Hieropolis, der Hirt des Hermas, der Diognetbrief u. a. Kirchenväter im weitesten Sinne — wir werden sehen, daß ihr Naturbild schon andere Helligkeitsstufen aufweist — sind jene rein kirchlichen Literaten, die bereits vom Standort der festen „Lehre“ sprechen und organisatorisch wirken. Gewöhnlich scheidet man in drei Kirchenväterperioden: 1. bis zum Ende des III. Jahrhunderts, 2. bis zum Ende des VI. Jahrhunderts (um den Tod Gregor des Großen 604) und 3. bis zum XIII. Jahrhundert.

Die Naturerforschung dieser Epoche, soweit sie nicht noch von den Erinnerungen an die Detailkenntnisse der Hellenistenzeit lebte, beschränkte sich vor allem auf biblische Naturkunde exegetischer Art. Das Hexaëmeron des Alten Testaments stand immer und überall im Vordergrund und bot den sprachlich-philosophischen Denktrieben ein reiches Feld der Betätigung. Die Natur als Ganzes, eine Art Kosmogonie, wurde unter rein transzendente und kirchlich-theologische Gesichtspunkte gestellt, wobei aber schon damals leise Versuche beginnen, einen Sinn, eine philosophische Deutung in das Naturgeschehen und seine Gesetzlichkeiten hineinzubringen. Gewiß ein Beginnen, das dem Historiker der Naturwissenschaften ein bedeutsames Vorkommnis ist, wenn auch unseren Tagen die damaligen Bemühungen der Gelehrten kindlich und belanglos erscheinen.

Aus der Kosmologie des Altertums ist freilich das Grundlegende entlehnt worden, ja in vielen Fällen ist hier das, was das Mittelalter bringt, nichts anderes als reine Uebernahme oder Weiterführung. Ganz abgesehen von den Elementen antiker Naturwissenschaft, die vielfach noch erweitert durch die Ergebnisse der detaillierten Naturforschung des Hellenismus ins Mittelalter hinübergerettet wurden. So kam auch rein theoretisches (vielfach griechisches) Denkgebilde über Weltgesetz

und Weltprozeß ins Frühmittelalter. Wir werden davon noch zu reden haben und dies vornehmlich an der Entwicklung der Astronomie, Meteorologie und Chemie zeigen.

Das Weltbild der Evangelien ist noch durchwirkt von den Farben palästinensischer Landschaft und es ist von der Art der alten Naturbetrachtung, wie sie uns die heiligen Schriften Israels fühlbar machen. Erde, Natur, Mensch, Seele, Geisterreich haben hier noch den warmen, innigen Ton jüdischer Bildkraft und Phantasiehaftigkeit. „Erde und Welt fallen für das volkstümlich antike Denken oftmals zusammen. Der Acker ist die Welt, heißt es in der Deutung der Parabel vom Unkraut unter dem Weizen. Und in der Deutung der Sämannsparabel wird von Sorgen der Welt geredet. Die Erde ist wohl auch für Jesus der Mittelpunkt des Weltalls; hier spielt sich das große göttliche Drama ab. An die Psalmen erinnert es, wenn er die Erde den Fußschemel, den sich darüberwölbenden Himmel den Thron Gottes nennt (Matth. 5, 34, 35). Dort sitzt der Ewige, umgeben von den Engeln, die sein Angesicht schauen (Matth. 18, 10). Sonne und Gestirne, die Kräfte des Himmels, steigen an ihm auf und nieder. Morgen und Abend, Mittag und Mitternacht bezeichnen die Grenzen der Erde (Matth. 8, 11). Von einem Ende bis zum anderen leuchtet der Blitz, und von einem hohen Berge sind alle Reiche der Welt sichtbar (Matth. 48, 9). Die Erdmitte ist aber Jerusalem, die heilige Stadt, das heilige Land (Matth. 5, 35; 5, 5). Die Weltregierung geschieht durch Gott, der jeden Augenblick wunderbar in die Weltgeschehnisse eingreifen kann. Ein gesetzmäßiges Handeln im Sinne der modernen Naturgesetzlichkeit kennt die antike Volksreligion nicht. In physiologischen und anthropologischen Grundanschauungen berührt sich Jesus ebenfalls aufs innigste mit dem allgemeinen Denken seiner Zeit. Auch ihm ist die Seele die Trägerin des Lebens, ein Ding von feiner Körperlichkeit, das im Leibe seinen Sitz hat, mit ihm zugleich genährt wird (Luk. 12, 19), mit dem Tode ihn erst verläßt und im Jenseits unter ähnlichen Bedingungen wie auf Erden weiterlebt. Dort ruht sie aus oder leidet Flammenqual, je nachdem sie sich auf Erden verhalten hat (Luk. 16, 22). Dieses Naturschauen ist von seltener Klarheit und Unbefangenheit. Ein Schauen mit weitgeöffneten Augen“ (Otto Frommel). Mit Recht wurde betont, daß diese Naturbetrachtung von Menschen ausging, die meist am Lande ihre Heimat hatten und darum Bilder und Landschaften erfüllten, die noch immer den frischen Duft der Scholle atmen. Vieles von diesem Naturgefühl lebt im Frühmittelalter, wo die palästinensischen Einströme noch wirksam sind. Wir sehen, wie das ganze Mittelalter in seiner Kosmographie immer und immer wieder auf diese biblischen Vorstellungen zurückgreift. Die Erde, die Abgründe und das Firmament

sind dieser Naturkunde ein kosmischer Organismus. Das Ganze ist — wie in der Bibel — etwas Symmetrisches und um eine Vertikale herum angeordnet. Diese Vertikale geht durch Jerusalem. Der Himmel mit der Luft und die Abgründe mit der Unterwelt (Scheól = Grube, Land des Vergessens, das stille Land, Abgrund) bilden zwei gleiche Hälften. Sie werden voneinander getrennt durch die ebenen Länder und Meere. Beide Hälften liegen in bezug auf diese Ebene symmetrisch (Hiob 11, 8; Ps. 139, 8). Vielleicht dachte man sich dieses ganze System in Kugelform; aber auch die Deutung ist gewiß nicht abzusehen, daß man es hier mit einem in vertikaler Richtung abgeplatteten Sphäroid zu tun hat. Doch, wie dem auch sei, sicher ist, daß diese kosmographische Vorstellung für das Mittelalter von nachhaltigster Bedeutung war und daß seine kirchlichen Literaten mit Vorliebe einen solchen kosmischen Organismus in ihren Beweisen und Kontroversen entwerfen. Uebrigens, was die biblische Scheól betrifft, so möchten wir hier erwähnen, daß diese Vorstellung semitisches Eigengut war und auf kosmologische Spekulationen zurückzuführen ist und wahrscheinlich nicht auf den Begriff „Grab“, da ja doch die Toten gern auf Höhen bestattet wurden (Jes. 22, 16; 2. Kg. 23, 16).

Von alten Anschauungselementen übernahm das beginnende Mittelalter vieles aus der antiken Symbolik und Allegoristik. Wir erinnern hier z. B. an den naturdeutenden Mythos vom Vogel Phönix, der ein Sinnbild der Unsterblichkeit ist. Die spätere alchemistische Allegoristik zog die Phönixdichtung zur Verbildlichung der Idee der Metallverwandlung (Transmutation, Transelementation, Metamorphose) heran. Der Ursprung dieser Dichtung weist bekanntlich auf Aegypten. Herodot brachte sie von dort nach Griechenland; Tacitus erzählt sogar von vier Fällen, wo dieser Wundervogel erschien (unter Sesostris, Amasis, Ptolemäus III. und Tiberius), und das Frühchristentum hat mit dem Phönix den Auferstehungsgedanken erklärt. Dieser Mythos fand unverändert seinen Eingang im Christentum und galt hier als eine tiefsinnige Gedankendichtung, die Naturgefühl und religiöses Leben zu beeinflussen vermochte. Der Mythos diente damals als eine nicht unwichtige Stütze für die Unsterblichkeitshoffnung. Klemens von Rom (um 95 n. Chr.), Tertullian, Lactantius, Ambrosius u. a. verwenden in gedankenreicher Rede dieses Bild, bei Eusebius nennt der jüdische Poet Ezechiel den Phönix, den er mit dem Adler vergleicht. Uebrigens kommt in den alttestamentlichen Schriften der Name Phönix eigentlich nicht vor. Aber das Typische am Phönix scheint öfter auf den Adler übertragen zu sein, z. B. im 103. Psalm. Auch Psalm 92, 13 gehört hierher, wo für Palme einfach Phönix gesetzt wurde. Wieso? Palme heißt nämlich griechisch „Phönix“. Die bereits von rabbinischer Wissenschaft auf den

Vogel Phönix bezogene Stelle bei Hiob 29, 18 ist kürzlich wieder mit Recht von Heinrich Scholz hervorgehoben worden, indem er auf jene Welt von Symbolen wies, in der das Frühchristentum einst gelebt hat. Diese alten Bilder fanden dann in den Gesinnungsgemeinschaften, gelehrten Sozietäten, Akademien und insbesondere in den alchemistischen Laboratorien Eingang. So haben auch noch viele andere antike Anschauungen im mittelalterlichen Naturbild weittragende Auktorität gewonnen: Zahlensymbolik, Raumbestimmungen, der Begriff des kosmischen Maßes, musikalische Theorien („Die Sonne teilt den Planeten ihr Licht mit nach einer göttlichen Musik“ — sagt Klemens von Alexandrien), die Vorstellung von der Vorbestimmung aller Dinge durch Siegel und die Lehre von den Vorbildern der Dinge (Makrokosmos und Mikrokosmos; Kosmisches und Irdisches sind Spiegelbilder; das irdische Element ist ein Spiegelbild beziehungsweise eine Verkörperung desselben kosmischen Begriffes). Die letzteren Anschauungen fließen aus uralten Quellen und gehen meist alle auf die altbabylonische Himmelstheorie von der prästabilierten Harmonie zurück. Doch auch noch andere Vorstellungen kommen aus der Antike ins Frühmittelalter: vor allem die an das oben Genannte sich anschließende Annahme von den in den Dingen unsichtbar wirkenden Samenkräften, der Begriff der organischen Einheit und Totalität, der auf das Gottesreich angewandt wird u. a. m. Leben heißt das Heil erreichen und das Prinzip des Lebens ist die Seele, so wie draußen in der Natur der formende Geist alles durchsetzt. Gern vergleicht der frühmittelalterliche Naturbetrachter die Außenwelt und ihr Geschehen mit einem Gewebe, mit einem bunt gefärbten Flechtwerk. Auch dieses Bild ist antik. Wie z. B. Hippolytos von der Kirche sagt: „Christus wob sich ein bräutliches Gewand für sein Kreuzesleiden; der Webebaum war der Schmerz des Herrn, die Kette die Kraft des heiligen Geistes, der Einschlag das heilige vom Geiste gewobene Fleisch, der Faden die durch die Liebe einende Gnade, das Webeschiff der Logos, die Weber aber waren die Patriarchen und Propheten; sie woben Christo das herrliche, lange, vollkommene Gewand, und durch sie geht der Logos wie das Webeschiff hindurch und webt durch sie, was der Vater will“ (De Chr. et Ant. 4). Das ist typisch für die Art frühmittelalterlicher Vergleiche. Auch das Hervorgehen der Dinge aus der Gottheit und das Zurückgehen in die Gottheit, von dem besonders die spätantike Naturanschauung so gern spricht — wir erinnern an die synkretistischen Systeme, wo sich griechisch-römische Philosophie mit dem Offenbarungsglauben des Orients zusammenschließt, wie im Gnostizismus, Neuplatonismus, in der alexandrinisch-jüdischen Religionsphilosophie und im Neupythagoreismus —, wird in der beginnenden christlichen Literatur genugsam und in allen Nuancen der damaligen Seele ans Licht gestellt

und in die Weltbetrachtung hereingezogen. Es liegt aber auf der Hand, daß es an Gegensätzen und Ablehnungen nicht gefehlt hat. Man denke nur daran, wie verschiedenartig in späterer Zeit Tatian, Justin, Tertullian, Klemens u. a. antike Spekulationen gewertet haben. Im großen und ganzen aber finden wir eine für die damalige Zeit und unter den damaligen Verhältnissen wohl erwogene Stellungnahme der frühmittelalterlichen Gelehrten zur antiken Welt- und Naturbetrachtung. So sagt Lactantius in den „Institutionen“: „Die ganze Wahrheit und das gesamte Geheimnis der göttlichen Religion haben die Philosophen berührt; aber was einzelne gefunden, vermochten sie nicht gegen den Einspruch anderer zu verteidigen, weil dazu die Vernunft nicht ausreichte und sie das als wahr Erkannte nicht zur Einheit zusammenfassen konnten“ (Inst. div. VII, 7, 8). Das Bestreben ging immer dahin, Antikes in Christliches zu wandeln und aus einem neuen Geiste heraus zu beleben. Es war ein „Umweihen“ der alten Vorstellungswelt! Sehr lehrreich ist da ein feiner Exkurs bei Augustinus: „Wenn jene Männer, die sich Philosophen nennen, zumeist die Platoniker, Wahres und mit unserem Glauben Einstimmendes ausgesprochen haben, so ist dies nicht zu fürchten, sondern vielmehr den unrechtmäßigen Besitzern zu unserem Gebrauche abzufordern. Denn wie die Aegypter nicht bloß Götzenbilder und schwere Lasten hatten, welche das Volk Israel verabscheute, sondern auch Gefäße und Schmuck von Gold und Silber und Prachtgewänder, welche jenes Volk beim Auszuge aus Aegypten sich zu besserem Gebrauche aneignete, nicht aus eigener Machtvollkommenheit, sondern auf Gottes Geheiß, da die Aegypter selbst die rechte Verwendung nicht kannten: so sind auch nicht alle Lehren der Heiden leerer und abergläubischer Wahn und schwere Lasten nichtiger Mühe, die wir, unter Christi Führung die Heidenwelt verlassend, verabscheuen und dahinten lassen sollen, sondern sie umfassen auch zum Zweck der Wahrheit geeignetere freie Wissenschaften und manche nutzbringende Lebensvorschriften, und selbst über die Verehrung des höchsten, einigen Gottes finden sich bei ihnen wahre Aussprüche, gleichsam Gold und Silber, das sie nicht gemacht, sondern gleichsam aus den Schächten der göttlichen Vorsehung, die alles erfüllt, geschürft, was sie freilich verkehrter und verletzender Weise zum Dienste der Dämonen verwenden, was aber der Christ, der geistig ihre traurige Gemeinschaft verläßt, zum rechten Dienste der Verkündigung des Evangeliums mitnehmen soll. Auch ihre Gewänder, d. i. Einrichtungen zwar von Menschen, aber der menschlichen Gesellschaft angemessen und für das Leben unentbehrlich, dürfen wir nehmen und behalten zu christlicher Verwendung. Haben dies nicht viele treffliche von unseren Gläubigen getan? Sehen wir nicht, mit welcher Masse von Gold und Silber und Prachtgewändern beladen Cyprian, der freundliche

Lehrer und seligste Märtyrer, aus Aegypten ausgezogen ist, und ebenso Lactantius, Victorinus, Optatus, Hilarius, der Lebenden zu schweigen und der ungezählten Schar der Griechen“ (De doctr. Chr. II, 41, 60 u. 61). Schon da zeigt sich, wie der Stil des antiken Denkens sich zu wandeln beginnt und wie die Problemfassungen (und auf die kommt es ja in aller Weltanschauung vor allem an) eine neue Formensprache zeigen. Der neue christliche Geist will nämlich das, was ihm wertvoll und von Dauer dünkt, aus den ihm fremden Formen des alten Denkens lösen. Manches sollte überhaupt ein anderes Profil und einen anderen Laut bekommen. Weltanschauung ist damals Liebe zur Wahrheit und die Wahrheit ist Gott! Verus philosophus est amator Dei. In der Natur sahen diese Denker Gott am Werke und die Erscheinungen und Zufälligkeiten des Lebens waren ihnen Offenbarungen göttlicher Umsicht und Güte. Trotz allen Dämonenglaubens gab es unter den Naturbetrachtern jener Epoche wirklich eindrucksfähige Menschen, empfindsam für die erschütternde und prachtvolle Sprache der herrlich weiten Unendlichkeit, der gegenüber alles Menschliche und Irdische zu einem Symbol wird oder zu einem kindlichen Spiel zusammenschrumpft; Menschen, die aber auch eindrucksfähig waren für die Nuance, für das Bild und die einfachste Weisheit, ja oft leise gerührt von den stillen Kleinigkeiten der Landschaft, auf die schon die milden Augen des Dichters gefallen sind, der gesagt hat, daß selbst Salomos Pracht und Herrlichkeit nicht an sie heranreiche.

Man kann die Entlehnung und Weiterführung antiker Naturbegriffe auch an der frühmittelalterlichen Anthropologie beobachten, z. B. an der Weise, wie man Aristoteles heranzog. Seine Annahme einer zähen Verbindung von Seele und Leib gab einen guten Beweis ab, die christliche Lehre von der Auferstehung des Fleisches zu stützen. Es galt nämlich die These: Seele und Leib bilden ein Ganzes. Die Seele umfaßt den Leib. Seele (Form) und Leib (Materie) sind zwei in einer Natur und haben ein liebendes Verlangen zueinander. Die Seele hat nach der Anschauung der frühmittelalterlichen Zeit vegetatives, sensitives und intellektuelles Leben. Man sieht also, wie auch schon in dieser Zeit die Auktorität des Aristoteles gilt. Nach Gregor von Nyssa sind das Stufen des Einbaues des Geistigen in die Materie. Oder wie Otto Willmann, der intime Kenner dieser Zeit, das Kernhafte dieser Gedankenwelt sehr feinsinnig aus der Fülle der damaligen Anschauungen herausholt: „Das pflanzliche Leben stellt die erste Stufe der Bewältigung der Materie dar, das tierische nimmt jenes in sich auf, aber vollzieht diese in höherer Weise und der Mensch trägt wieder die Affektion der Tierseele potentiell in sich, weil diese das Bindeglied des vegetativen und geistigen Lebens bilden. Augustinus unterscheidet eine pars inferior der Seele von einer

pars superior und spricht der ersteren die vegetative, motorische und die sinnliche Funktion einschließlich der Einbildungskraft, vis spiritualis, zu.“ Aber auch aus der Stoa (Seneca, Cicero u. a.) finden wir bei christlichen Denkern, wie z. B. bei Klemens von Alexandrien, Entlehnungen (die zehn Seelenkräfte: ἡγεμονικόν, Lebenshauch, Zeugungskraft, Sprachvermögen, die fünf Sinne und die göttliche Signatur; teleologische Vorstellungen u. a.), dann vom Neupythagoreismus besonders aus Numenius mit seiner Lehre vom geistigen Gott, die dem Origenes interessant war, besonders aber die alexandrinisch-jüdische Religionsphilosophie mit ihrem großen Denker Philon Judaeus von Alexandrien (25 v. Chr.) hat christliche Vorstellungskreise tiefgehend durchsetzt. Auch diesem ist das Alte Testament und die mündliche Tradition die Basis aller Welt- und Naturbetrachtung. Philon vereinigt die Lehren Platons, Aristoteles', der Stoa, des Neupythagoreismus und der jüdischen Religionsbildungen. Auch ihm ist Gott absolute Geistigkeit. Gott sind unkörperliche Kräfte und Ideen unterworfen. Aus der qualitätslosen Materie durch Heranziehung der höchsten aller Kräfte, des Logos (d. i. des Mittelwesens zwischen Gott und Mensch), hat Gott die Welt erschaffen. Das etwa das Schema der philonischen Weltbetrachtung, die er in allegorischer Interpretation vorträgt und die damit übergenug Anknüpfungspunkte für das damalige frühchristliche Naturbild bot. Aber auch die Häresien jener Zeit, die den Logos als Geschöpf auffassen (Arianismus), gehören hierher. Ebenfalls aus dem Neuplatonismus schöpfte das beginnende Mittelalter. Der Gedanke von dem Hervorgang der Dinge aus Gott und ihrer Rückkehr zu Gott, das Böse als das Nichtige, die Auffassung, daß die letzten Elemente der Materie Geistigkeit hätten und andere Ansichten bekamen aus neuplatonischen Quellen Nahrung und Fortbildung. Augustinus war ein Verehrer des Neuplatonismus und zwar besonders Plotins, weiter der auch in der Geschichte der Alchemie bedeutsame Bischof von Ptolemais, Synesios, dann Nemesios, Origenes (Lehre von der Zurücknahme der Welt, d. i. der Apokatastasis), Gregor von Nyssa (Körperlichkeit ist in ihren Grundqualitäten Geistigkeit) u. a. haben Gedanken von Dauerkraft aus neuplatonischem Geiste heraus ausgesprochen.

In gleichem Maße strömte auch die Mystik des Altertums in die Naturkunde des beginnenden Mittelalters reichlich ein. Boten doch da schon die obengenannten Systeme, wie sie uns in der Spätantike als Synkretismus entgegentreten und auch an dem mit orientalischen Vorstellungen gesättigten Volksglauben und alten Mysterienkulten eine feste Stütze fanden, hierzu genugsam Gelegenheit. Diese mystische Symbolik und Allegoristik mit ihrer prächtigen Bildersprache von düsterem Glanz gab nicht nur der theologischen Spekulation reichliche Anregungen, sondern insbesondere auch den frühesten alchemistischen und astro-

logischen Gesinnungsgemeinschaften, wie sie uns schon kurz vor dem Ausklang der Antike oft begegnen. Wie viel Mystik kam nicht durch den neuplatonischen Stil des Denkens in die frühmittelalterliche Naturwissenschaft und verwebte hier Wertungen der Außenwelt mit ethischen Stimmungen, wobei aber immer mehr und mehr Vernunft und Wissenschaft auf den seltsamsten Umwegen der Dichtung sich bewegten oder dem akuten Aberglauben zutrieben. Eine Subjektivitätsphilosophie machte sich nun auch in der Naturforschung breit und führte das aller Erfahrungswissenschaft so gefährliche Prinzip des Uebervernünftigen oder Ueberwesentlichen ein. Damals wurde so der Boden bereit gemacht für die späteren großen abergläubischen Entwicklungen des Mittelalters. Aber auch viele religiöse Mißbildungen und Verkrüppelungen stammen aus jener Zeit. Mythologisches Denken kam zur Herrschaft. Trotz aller Ablehnung, die von ernsten und besonnenen Köpfen immer wieder ausging. Sehr bald drang aber diese Fühlweise und diese über alles hinausstrebende Sehnsucht nach einem Höheren in die Massen ein und bildet hier ein zähes Bestandteil ihres Naturgefühls. Freilich darf man nicht vergessen, daß diese seelischen Bewegungen übrigens schon in verschiedenen Kulturkreisen längst vorbereitet waren. Die Schriften der frühesten Alchemisten sind voll von neuplatonischen Exkursen. Astrologie und Kosmographie zeigen in allerdings oft dunkler Rede auf Pfade, die zu einer mystischen Vereinigung mit der übersinnlich göttlichen Welt führen sollten. Die Naturbetrachtung ist inneres Erleben. Sie knüpft das Ich an einen sogenannten ewigen Weltgrund. Persönliches Leben wird hineingeflochten in die Geschehnisse und Sonderheiten des Naturablaufes. Aber immer mehr entfremdet man sich der realen Natur. Das subjektive Moment gilt und das Unbewußte. Die Welt des Grenzenlosen und Gestaltlosen und die Entfesselung der Phantasie — das war schon damals das Kernhafte dieser eigentlich im Kern romantischen Naturbetrachtung. In der klassischen Zeit der mittelalterlichen Mystik — wir werden von ihr noch eingehend zu sprechen haben — wiederholen sich diese Stimmungen, wenn auch auf ganz anderer Grundlage. . . . So begann also dieser dynamische Pantheismus und objektive Idealismus, diese platonische Metaphysik und Offenbarungsphilosophie, wie sie die Mystik des abblühenden Altertums vorträgt, das christliche Naturgefühl zu färben. Die zur Kontemplation gestimmte Seele — das war das Neue! Das Wort *μυστήριον* spielt dann hier eine bedeutsame und schicksalreiche Rolle. Welch tiefe Mystik finden wir nicht bei Klemens von Alexandrien! Sein berühmtes Wort lautet: „Alle Theologen unter Hellenen und Barbaren haben das Wesen der Dinge verborgen und die Wahrheit in Rätseln und Symbolen, in Allegorien und Metaphern überliefert“ (Stromata V, 4, 21). Es ist ein Kennzeichen für die damalige

Naturspekulation, wenn derselbe Denker so echt aus platonischem und philonischem Geiste heraus sagt: „Gott hat nicht der Menge offenbart, was sich für sie nicht schickt, sondern nur Wenigen, für die er es geziemend erachtete, die es fassen und sich darnach gestalten können, wie Gott das Unaussprechliche (τὰ ἀπόρρητα) dem Logos vertraut, nicht der Schrift. Man lasse sich doch sagen, daß dem, der auf geheimnisvolle Weise (in Natur und seelischen Dingen) lauscht, das Geheimnisvolle offenbart werden wird, und wer das Ueberlieferte in seiner Verhüllung aufnehmen kann, auch das Verhüllte offenbart bekommen wird, damit die Wahrheit und das der Menge Verborgene nur Wenigen offenbar werde. . . . Die Mysterien werden mystisch überliefert, damit, was gesprochen wird, im Munde des Sprechenden sei und nicht in seiner Stimme, sondern in seinem Denken“ (Stromata I, 1, 118). Auch Basilius widmet einem „geheimnisvollen Ueberwerte“ eindringliche und warme Worte, und kein Geringerer als der feine Naturkenner und -verehrer Gregor von Nazianz, dem wir so stimmungsgesättigte Landschaftsbilder verdanken, mischt in seine prächtig leuchtenden Farben für sein Naturgemälde auch echt Mystisches, wie wir es bei Plotin finden: „Alles bleibet in der Gottheit und gedrängt eilt ihr Alles zu; Allen bist Du das Ziel, bist Nichts und Einer und Alles; Eins nicht bist Du, nicht Alles; wie Dich, Allnamiger nenn' ich, der Du unnennbar bist, allein; der himmlischen Geister Keinem lichtet das Dunkel, das tiefe, sich“ (Poem. dogm. 19). Wer denkt hier nicht an die schwere Pracht Goethescher Gedanken! Auch in Gregors Worten und Bildern glüht es wie ein verborgenes Feuer und reißt uns heraus aus einer Welt, die unsere Seele krämerhaft wägt. Das kosmische Gefühl überkam ihn wie einen echten Dichter und ließ ihn die großen und rätselhaften Zusammenhänge zwischen Mensch und Universum plötzlich erleben. Echt neuplatonischer Mystik begegnen wir bei dem auch als Alchemisten berühmten Synesios, Bischof von Ptolemais und Schüler der Hypatia. Er nennt in seinen Hymnen Gott „Quell der Quellen, der Gründe Grund, der Wurzeln Wurzel, der Monaden Monas, der Zahlen Zahl, Monas zugleich und Zahl, Geist und denkend und gedanklich und vorgeistig, Eines und Alles und die Eins des Alls und das Eine vor Allem“ (Hym. 3, 148 ff.). Das wichtigste und bezeichnendste Beispiel, wie die frühmittelalterliche Natur- und Weltbetrachtung die Mystik des Altertums zu übernehmen und passend zu wandeln verstand, sind die Schriften, die unter dem Namen des Areopagiten Dionysios bekannt wurden. Grundlegend ist hier das Buch „Von den Gottesnamen“ (περὶ θεῶν ὀνομάτων). Der Stil des Denkens weist auf Philo und die Bibel. Die Schöpfung der Welt im Sinne der hl. Schrift wird nicht abgelehnt. Gott ist das Eine, die Einheit. Seine Werke sind ein Herausgehen und Ueber-

wallen, aber immer mit Schöpferweisheit und Liebe gepaart. Stets ist auch in diesen Schriften das Bestreben merkbar, wie das Alltägliche, rein Natürliche mit dem Duft des Wunderbaren, Ueberraumzeitlichen und Geweihten umgeben wird. Alte mystische Bilder sehen wir auftauchen: von der goldenen Kette, die Himmel und Erde verbindet, Gott ist „in den Geistern, in den Seelen, in den Körpern, im Himmel und auf der Erde, in Allen derselbe, in der Welt, um die Welt, über der Welt, über dem Himmel, über allem Seienden, Sonne, Sterne, Feuer, Wasser, Hauch, Tau, Wolke, Urgestein, Fels, alles Seiende und Nichts von dem Seienden“ (De div. nom. 1, 6). Auch pythagoreisch-platonische Mystik fand in diesen areopagitischen Schriften, die dann so bestimmend auf die naturwissenschaftliche Literatur des Mittelalters gewirkt haben, reichlich Eingang. Ganz in der Sprache des Pythagoreismus wird hier Gott mit der Zahl Eins verglichen, in der wie die Zahlen alles eingestaltig angelegt ist; die Weltordnung sei Harmonie, das Kleine das Wesen und letzte Element aller Dinge. An Platon erinnert, wenn Gott Anfang, Mitte, Ende und das Maß des Seins genannt wird. Ebenfalls Aristoteles spricht recht deutlich aus diesem Schrifttum; vor allem dort, wo das „Zustreben der Wesen zu Gott“ als ein Moment des Weltprozesses gedeutet wird. So ist das Ganze scheinbar ein verwickeltes Spiel von bunter Farbenfülle. Und doch welch geschlossene Einheitlichkeit! Eine besondere Ueberzeugung gibt dem Ganzen den durchschwingenden Grundton: das Eine, Unaussprechbare, Ueberraumzeitliche ist der Kern des Seins und der ganzen Welt. Alle Naturdinge haben diesen Sinn und sind darum im Letzten und Tiefsten mystisch zu verstehen.

Man hat das ganze Mittelalter hindurch immer und immer wieder Naturbetrachtung und Naturerkenntnis mit Mystik vermischt und Ergebnisse der Erfahrung und des exakten Vergleiches in diese subjektive Religionsform eingebettet. Echt mystisch bezog man alles auf ein unmittelbares Verhältnis von Mensch und Gott. Und dieses Unvermittelte im Natur- und Gotteseerlebnis hat bis jetzt alle Mystiker charakterisiert. Auch trifft das für die spätere Zeit zu, wo man dann von einem anderen philosophischen Boden aus mit neu geschliffenen Worten den mystischen Sprachschatz bereicherte.

b) Das Naturgefühl dieser Epoche.

Es wurde schon hervorgehoben, daß die Naturbetrachtung und das Naturgefühl der neutestamentlichen Schriften die Weltanschauung des Alten Testaments zur Voraussetzung haben. Alles Mythologische, wie es im Griechentum mit dem Naturablauf so eng verknüpft ist, suchen

wir hier vergebens. Auch die rein verstandesmäßigen Gedankengänge der Antike fehlen. Dringen später bei den Kirchenvätern sentimentale Ausdrucksformen eines antiken Naturgefühles durch, so hat dagegen die „Natur“ des Neuen Testaments so gar nichts von einem sehnsuchtsvollen Neuplatonismus und seinen mystischen Stimmungen. Es ist helles, freundliches Licht über Menschen und Landschaft. Die, die diese Bücher geschrieben haben, sannen in einer ganz anderen Art dem Leben nach, als wie man in Plotins Kreisen seltsam beseelten Stunden sich ergab. Und er steht doch schon in einer Zeit, als bereits die Antike im Schatten des Todes war und etwas ganz Neues unmerklich und verborgen die Schwingen hob. Dieses ganz Neue, das noch weit, sehr weit ist, aber von dem man schon spürt, daß es sich mählich und sicher seinen Eingang brechen wird. Ueber den Evangelien liegt es wie ein sonniger Junitag mit glänzendem, blauem Himmel. Wie anders über der spätantiken Naturanschauung! Eine schmerzhaft schöne Schönheit breitet sich über dem Ganzen, eine Ruhe, wie ein glücklicher Herbstnachmittag mit schrägfallendem üppig goldenem Sonnenlicht. Und um alle Dinge hat ein sentimentales Naturgefühl diesen Glanz gegeben und um der Menschen Sinnen und Handeln, um ihr Schauen und Träumen . . . Welch weiter Weg zu der frühlinghaften Frische und einfachen Weisheit des Neuen Testaments! Es ist, als ob diese Schriften in einem völlig anderen seelischen Klima reif geworden wären, in einem himmlischen Lande, wo die Menschenseele nicht entkräftet wird, Freude und Friede nie versiegen und wo die Herzen frisch bleiben und nichts Schwarzes die Farbe des Willens häßlich macht. Das Schöpfungsall wird als das Werk eines persönlichen Gottes beschrieben, der durch seine Vatergüte alles leitet und erhält. In seiner Hand liegen alle Bedeutsamkeiten des Lebens, alle Wunder und Ereignisse. Dem Weltall sind von Gott Ziele und Zwecke gesetzt. Göttliches liegt in jedem Naturding, wie auch in jedem Menschenherzen. Das Naturgefühl des Neuen Testaments ist das des Alten Testaments. Es steigt aus dem Geiste eines frommen Volkes, das eine reiche Vergangenheit hat, die es immer und immer wieder mit der Natur und der Landschaft als Hirtenvolk verband. Jede Blume ist diesen Menschen eine Offenbarung Gottes und eine Parabel vom Leben der Seele, jedes Saatfeld erzählte ihnen vom unendlichen Wert der Menschenseele und von den Jahreszeiten und Erfüllungen des sittlichen Lebens.

Das antike Naturgefühl schwindet nun allmählich in den Schriften der urchristlichen Literaten und der Kirchenväter. Wir sagten schon, daß sich ein seltsamer Umwandlungsprozeß von antiker Sinnenfreude zur mittelalterlichen Dusterheit und Weltflucht vollzog, ein Prozeß, der nicht plötzlich sich durchzusetzen begann, sondern langsam, aber stetig die

sonnige Welt der antiken Natur verklingen ließ. Im folgenden werden wir beobachten können, wie auch bei den Kirchenvätern noch — bei aller strengen Theologie und geflissentlichen Ablehnung jeder naturwissenschaftlichen Kritik — oft ein feines Naturgefühl redet, eine Weise, von der Außenwelt und der Landschaft zu sprechen sich fühlbar macht, die nicht allein ein Preisen der Gotteswunder ist, sondern innige Naturliebe aus persönlichen Erlebnissen heraus. Ja, man vernimmt Herzensöne, die in dieser Wärme sogar die Antike nicht gekannt hat.

Aus dem Alten Testamente, das wir hier im Urchristentum und bei den Kirchenvätern besonders als Quelle betonen müssen, ist es vornehmlich die Naturbetrachtung des Psalmenbuches, von der die stärksten Beeinflussungen ausgegangen waren. Klemens von Rom und Basilius der Große schreiben von diesem Standort. Auch an elegisch-idyllischen Tönen fehlt es dabei nicht. Den ganzen Kreis der Schöpfung weiß Basilius mit innigem Natursinn zu schildern, mit einem Gefühl, das trotz aller tiefen Frömmigkeit auf ein feines Verständnis für Landschaft schließen läßt. Ein wundervoller Brief aus seiner Feder an Gregor von Nazianz ist noch erhalten und bedeutet ein Dokument in der Geschichte des Naturgefühls. Der letztere war mehr Melancholiker im Naturgefühl, während Gregor von Nyssa echt alttestamentlich und im Stile des Volksbuches Hiob schreibt: „Wer hat die Erde unter meine Füße gebreitet? Wer hat mir den Himmel wie ein Gewölbe befestigt? Wer trägt mir die Fackel der Sonne vor? Wer sendet Quellen in die Talschlucht? Wer bereitet den Flüssen ihre Wege? . . .“ Hier brechen auch antike Erinnerungen durch, eine wundersam edle Sprache, wie wir sie in Platons „Phaedon“ vernehmen, wenn Gregorius sagt: „Und wer gibt mir jene Flügel, um im Geiste den gleichen Höhenflug zu unternehmen, so daß ich die ganze Erde hinter mir lasse . . ., aber auch dabei nicht stehen bleibe, sondern selbst über diese hinaus die Grenzen alles Wandelbaren und Veränderlichen überschreite und die unveränderliche Natur erfasse, die unwandelbare Macht, welche auf sich selbst gegründet ist und alles führt und trägt, was ein Dasein hat.“ Drängen da nicht auch Erinnerungen aus Platons „Phaedrus“ heran? Man kennt das prächtige Bild Platons: „Wisse, es sind der Seele die Flügel gewachsen, damit sie das Schwere zum Himmel emporhebe, dorthin, wo das Geschlecht der seligen Götter wohnt. Denn nur fliegend, nur im Fluge haben wir Anteil am Göttlichen. Alles Göttliche ist schön und weise und gut; vom Schönen und Weisen und Guten nähren sich und an diesem wachsen die Flügel der Seele, am Häßlichen und Bösen werden sie müde, welken und fallen ab. Die Seelen der Unsterblichen treten aus dem Himmel heraus, sobald sie seine Höhen erklimmen haben, und stehen am Himmelsrücken, und mit den Göttern kreisen jetzt die Gewölbe, und die Götter

schauen, was über dem Himmel lebt . . .“ Gregorius von Nyssa strebt in seinem Naturgefühl weit hinaus über die Grenzen alles Wandelbaren und Veränderlichen und erlebt und erfühlt in sich die unwandelbare „Macht“, welche auf sich selbst gegründet ist und alles führt und trägt, was ein Dasein hat. Jeder Naturanblick war für ihn von lang nachwirkender seelischer Wirkung. Dieser fromme Naturbetrachter zeigt viel antikes Empfinden, das er mit christlicher Stimmung umgibt. Von der Unendlichkeit des Universums redet er in einer geradezu hochpoetischen und sentimentalischen Sprache. Naturerlebnisse füllten wirklich sein Herz und er kündigt von ihnen wie von herrlichen und sanften Wundern. Aber auch hier zeigt Gregorius den Meister eben darin, wie er das Erlebnis oder die Erinnerung verarbeitet. Johann Chrysostomos stellt die Dinge der Natur hoch über die Verführungen und Sünden der Kunst. Von den Schriften der römischen Literaten der ersten christlichen Zeit spiegelt der liebliche „Octavius“ des Minucius Felix antikes und frühchristliches Naturgefühl. Ein inniges Bekenntnis zur Harmonie und ergreifenden Schönheit der von Gott geschaffenen Natur. Man denkt oft an das herrliche Gottesbekenntnis in unserem „Faust“! Für Goethe war die Natur etwas Ewiges und wie eine Werkstatt und das Kleid Gottes. Der Naturforscher soll Pfade suchen, um „Gott zu schauen“, denn Gott ist das Geistige an der Natur und der die Natur als „sein eigenes Wesen in sich enthaltende lebendige Geist“.

Von den Lyrikern und Hymnendichtern nennen wir Hilarius, Ambrosius und Prudentius, die die Natur als Gotteswerk und Sinnbild sittlicher Gesetzlichkeit besingen. Das spezifisch christlich-ethische Moment verleiht der Naturbetrachtung schon Farbe und Stil, die man in der Antike nicht kennt. In dieser Entwicklung steht auch der geniale Feuergeist Aurelius Augustinus, der größte Schüler des Ambrosius und wohl urtümlichste Gelehrte des ganzen Mittelalters. Seine „Bekenntnisse“ sind so ganz aus eigenster Welt- und Naturanschauung geschöpft, aus seinem persönlichen Kämpfen und Ringen um Gott, wie es dann nur noch Goethe in seinem „Faust“ gezeigt hat. Beide haben gegeben, was sie lebten. . . . Altertum und anbrechendes Mittelalter spiegeln sich in wunderlicher Verbindung und Durchflechtung in der Naturbetrachtung, die uns aus den Briefen des Ausonius (des Dichters der „Mosella“) und des Paulinus, Bischofs von Nola, fühlbar gemacht wird. Ausonius zeigt römisches Naturgefühl: sentimental, melancholisch und doch dabei tiefgehend beeinflusst von hellenistischem Lebensgefühl. Und doch wie seltsam steigen oft Empfindungen auf, die uns so christlich-germanisch anmuten! Alfred Biese hat das treffend angedeutet, wenn er sagt: „Es gibt in der ganzen klassisch-römischen Dichtung keine Schilderung, welche von so eindringendem Verständnis für die kleinen geheimen Reize

der Natur beredtes Zeugnis ablegt, wie das kleine Poem von den rebenumgürteten, villenbekränzten, sonnenumflossenen, in der kristallinen Flut sich widerspiegelnden Ufern der Mosella. Es ist, als ob auf den Wellen des deutschen Stromes und an seinen schönheitsgekrönten Geländen den Römer germanische Naturliebe umwebt habe, welche den oft holprigen und nicht klassisch vollendeten Versen erst Weihe und Stimmung gibt: das deutsche Land hat es ihm ebenso angetan wie jenes deutsche Weib, das er besingt und mit Rosen und Lilien vergleicht.“ Für Ausonius ist die Natur und die Landschaft, ähnlich wie den „schönen Seelen“ des XVIII. Jahrhunderts, eine Quelle sentimentaler Gefühle, melancholischen Glücks und ein Garten weicher Stimmungen. Paulinus betont mehr den christlichen Standort und die Abzweckung auf den persönlichen Schöpfergott. Aber auch hier immer vornehme Humanität und Toleranz! Die Literatur des IV. und V. Jahrhunderts ist in ihrem Naturgefühl und ihrer Naturfreude ähnlich: tief fromm, aber doch antik-malerisch, elegisch und von feiner Melancholie. Z. B. Dracontius, Avitus und der geniale Appolinaris Sidonius, der in seinem römischen Stil des Denkens oft an die Vorzüge, aber auch an die zahlreichen Schwächen der Schriftstellerei des jüngeren Plinius gemahnt. Schwulst und Ueberladung verdrängen immer mehr und mehr klare Naturstimmungen. Hierher gehören die Reiseschilderungen des Ennodius. Ein äußerst interessanter Naturbetrachter begegnet uns im VI. Jahrhundert in Cassiodorus. Mit welchem warmem Auge hat er doch Como und den Comosee gesehen, und durch die bereits schwerfällig und barock werdende Sprache leuchtet edle Naturfreude und ein feiner Sinn für das Zwingende an einer Landschaft, für ihren Duft, der alles nuanciert, und für den Glanz des Lichtes und seinen weichen, vertonten und anmutigen Wirkungen. Etwas wie Stimmung ist bei Cassiodorus in einer Gesättigtheit festgehalten, wie sie damals schon selten war. Sein Auge sieht nicht nur die Farben, in denen Berge, Land und Himmel stehen, sondern auch den schweren Ernst der Höhen und ihre mächtige Plastik. Alles rundet sich ihm zur Schönheit der Natur. Dasselbe gilt auch für den edelsten Dichter des VI. Jahrhunderts: Venantius Fortunatus. Er steht im schwindenden Abendrot der Antike als der letzte römische Dichter. Mit ihm kommt ihr fernstes Aufleuchten zu Tode. Alle Merkmale der gestorbenen alten Zeit weist er auf — wir hören Worte, die wie aus Catullus oder Tibullus klingen —, aber auch die ganze wundersame Innigkeit germanischen Christentums umhüllt seine nicht immer leichtflüssige Sprache. Die herbe Frühlingsluft germanischen Naturgefühls weht uns an. Seine Landschaftsschilderungen sind berühmt geworden. Als er die Gegend von Metz bis Andernach am Rhein durchwanderte, hat er auf Trier die Worte gedichtet:

Ringsum bieten dem Blick mit drohenden Gipfeln sich Berghöhn,
 Wo zu den Wolken hinan steigt das schroffe Geklipp.
 Allwärts siehst du die Höhen umkleidet mit grünenden Reben
 Und sanft fächelnde Luft spielet der Rank' im Gelock.
 Dicht in Zeilen gepflanzt in das Schiefergestein ist der Rebstock,
 Und an die Brauen des Berges ziehn sich begrenzte Geländ',
 Anbau lacht aus starrendem Fels schmuck Pflanzern entgegen,
 Selbst in der Blässe des Steins rötet die Traube sich hold. . . .
 Hier einsammelt die Ernt' der gefärbten Traube der Winzer,
 Selber am Felsabhang hanget er, lesend die Frucht:
 Solcherlei Augengenuß ward mir und die Speisen zum Mahle,
 Als ich hierher im Kahn fuhr durch das liebliche Land.

Dann aber kam der Niedergang und schwere Schatten fielen auf das Naturgefühl des Frühmittelalters. Der Sinn für Natur sprach sich nun nicht mehr in sentimentalem, mitfühlendem oder gar philosophischem Naturerleben aus, sondern er wurde nüchternes Interesse an ihren Ereignissen und ihren ökonomischen Werten. Wo das Naturgefühl nach poetischen Ausdrucksformen ringt, sind es flache Nachahmungen und verballhornte Entlehnungen aus der lateinischen Antike. Viel warmer Natursinn lebte aber in der damaligen Klosterpoesie. Ländliche Naturidyllen und zart klingende Worte über das Leben der Blumen sind uns mitten aus einer eigentlich „barbarischen“ Zeit überliefert. Die Poesie des mittelalterlichen Klostergärtchens!

Isidorus, Beda und Alcuin sind in ihrem antikisierenden Naturgefühl gänzlicher Verfall. Auch Angilbert und dann der Größte der karolingischen Renaissance, Theodulf, Bischof von Orleans, geben nur müde und farblose Schilderungen der Natur. Das Auge schuf sich keine lebendigen und farbenreichen Landschaften mehr. Auch nicht im Norden, wo doch die Farben so stark und glänzend werden und die Natur so gar nicht durch Sonnenlicht ihre prächtigen Helligkeitsstufen verliert. Die lauten und jubelnden Farbenchöre der abendlichen Nord- oder Ostsee haben diese Menschen nicht vernommen. Von Walafrid Strabus (850) stammt allerdings ein nicht duftloses Klostergärtchenidyll: der „Hortulus“; und Wandalbert gibt farbige Schilderungen des Feld- und Gartenbaues. An Walafrid Strabus knüpfte später Macer Floridus an, dessen Buch „Von den Tugenden der Pflanzen“ (um 1100 geschrieben) Berühmtheit erlangte.

c) Praktische Naturforschung im Frühmittelalter und ihre Entlehnungen.

In der rein praktischen Naturforschung und ihrer Lehrmeinungen galt im beginnenden Mittelalter als herrschende Meinung, daß die antiken

Erfahrungen — es sind das vor allem auch die Resultate der reichen Detailforschung im hellenistischen Zeitalter — nur mit großer Vorsicht zu übernehmen seien, da sie den christlichen Glauben und seine biblischen Ansichten über die Weltschöpfung gefährden. Grundlage war das Hexaëmeron des Alten Testaments und alle kirchlichen exegetischen Deutungen, die damit zusammenhingen. Lactantius († 340) erhebt in diesem Sinne seine warnende Stimme, indem er betont, daß man die großen Naturwunder der Astronomie und Kosmogonie doch nie ergründen werde. Aehnlich urteilt Eusebios (270—340) und sogar der geniale Augustin (354—430) hat in vielen rein naturwissenschaftlichen Fragen manches wertvolle Erbe aus der Antike ängstlich abgelehnt, wenn er auch immer bedacht war, Bibel und antike Wissenschaft einander nahe zu bringen. Seine biologischen Ansichten nehmen die *Generatio aequivoca* an und deuten sie im Sinne des Hexaëmerons. Syrische Theologen wie Johannes Chrysostomos, Ephraem, Theodor von Mopsueste u. a. vertraten einen noch ausgesprocheneren orthodoxen Standort, indem sie glaubten, daß Engel als Begleiter den Lauf der einzelnen Gestirne regeln, daß über der flachen Erde ein Tabernakel sich wölbe, d. i. das kristallene Firmament, auf dessen äußerer Seite die untergegangenen Gestirne zum Ort des Aufgangs wieder zurückkehren. Eine Auffassung, die vieles mit der naiven Astronomie des Alten Testaments gemein hat. Es ist einleuchtend, daß einer derartigen Weltvorstellung die damals immer wieder diskutierte Antipodenlehre (von der noch die Rede sein wird) und Annahme einer Kugelgestalt der Erde direkt entgegengesetzt waren und zu lebhaften Wechselreden führten. Uebrigens waren die syrischen Gelehrtenkreise für die Geschichte der Naturwissenschaften von großer Bedeutung. Es sei hier nur mit einigen Worten an die mittelalterliche Chemie und Alchemie erinnert, deren Entwicklung wir weiter rückwärts im Zusammenhang besprechen. Aristoteles hat das praktische Interesse dieser Wissenschaft theoretisch und zwar philosophisch unterbaut. Von hier aus strömten dann die akut alchemistischen Begriffe — in den buntesten Aus- und Umgestaltungen — über Stoizismus, Epikureismus und Skeptizismus in die religiös interessierten synkretistischen Systeme beziehungsweise in die griechisch-alexandrinische Wissenschaft, an die dann die syrischen und byzantinischen Alchemisten anschlossen. Besonders eben die syrischen Naturforscher sind dann die Lehrmeister für die spätere arabische Alchemie, welche die Idee der alexandrinischen Wissenschaft erweitert und vertieft. Im XII. und XIII. Jahrhundert übernimmt das Abendland das Erbe, indem sich in Spanien arabische und christliche Kulturkreise berühren. . . . Aber, wie gesagt, die Rolle der syrischen Gelehrten in der Geschichte der Naturwissenschaft ist keine so unbedeutende, als es scheint. Sie

hatten auch weitgehende Kenntnisse über antike Techniken („griechisches Feuer“), sie übersetzten die großen Naturforscher des Altertums und besonders die Werke der griechischen Alchemisten und waren überhaupt wichtige Ueberträger der Wissenschaft vergangener Zeiten. Manche Gelehrte, Literaturdenkmäler und wissenschaftliche Errungenschaften sind hier zu nennen: Bischof Sergius, der als Arzt im VI. Jahrhundert wirkte, Honein ben Ishag (809—877), der unbekannte Verfasser des Buches „Doktrin des Demokrit, des Philosophen“, die hippokratische Akademie von Dschondisabur, wo sich hier Mitte des VII. Jahrhunderts das erste Mal griechische Medizin und arabische Gelehrsamkeit berührten (Ende des V. Jahrhunderts), hoch in Ehren zur Zeit der Khosroes, die Schulen von Rasain und Kinnesrin, die der Jakobiten und Monophysiten, die große syrische Handschrift in Cambridge, die zum großen Teil die Schriften des Zosimos in sich schließt und das allerälteste methodische Werk über Chemie ist, die letzten Bekenner des mythenreichen Sternbilderkultus und der babylonischen Religion, die Sabier oder Mandäer u. a. m. Doch davon noch später im Zusammenhang mit der ganzen Entwicklung der Chemie und des Stoffproblems im Mittelalter. Nur möchte noch hier erwähnt sein, daß die Akademie von Dschondisabur für Jahrhunderte die berühmteste hohe Schule im Orient und dabei der Vereinigungsort griechischer und indischer Medizin war. Die Schöpfungslehren der syrischen Gelehrten (Ephraem, Theodorus, Chrysostomos, Theodoret, Severian u. a.) erwähnten wir schon. Es sind meist theologische Bibeldeutungen, die von reicher religiöser Phantasie und dichterischen Anschauungen durchwirkt sind. Das allegorische Element ist auffallend. Dabei gibt eine rein theologische Deutung den durchschwingenden Grundton, eine „Exegese“, die aber der Geschichte der Naturerkenntnis und Naturbetrachtung doch zu ferne liegt. Wir verzichten darum auf Wiedergabe von Details.

Im VI. Jahrhundert reift aus diesem orthodoxen Geist heraus ein Buch, das so recht den Tiefstand der damaligen praktischen Naturforschung dartut: die sogenannte „Christliche Topographie“ des Kosmas Indikopleustes. Eine Enzyklopädie der Irrtümer und des Aberglaubens der damaligen Zeit! In seiner Lehre von der parallelogrammatischen Gestalt der Erde, die sich vielfach auf ältere Autoren, wie Patritius den Chaldäer und dessen Schüler Thomas von Edessa, beruft, spricht er von einer viereckigen beziehungsweise oblongen Erdfächengestalt mit einem wallähnlichen Höherwerden gegen Norden. Hierbei weist er auf angebliche Belegstellen bei Hiob 38, 13, wo von den „Zipfeln der Erde“ die Rede ist, auf die vier Winde bei Matthäus 24, 31 und auf die Annahme der vier Ecken der Erde in der Offenbarung des Johannes (7, 1; 20, 8). Der Himmel spannt sich nach der Auffassung des Kosmas

zeldachförmig über der Erdoberfläche. Eigentlich ist dieselbe im Welt-raum als ein Berg gedacht, der aus dem Ozean herausragt und von der Sonne umkreist wird. Jenseits des Himmeldaches sind die sogenannten „oberhimmlischen Gewässer“.

So hat das beginnende Mittelalter immer mehr und mehr die einst mühevollen Theorien und Forschungen der Antike vergessen und sie durch weitschweifige und biblisch-allegorische Phantasiegemälde ersetzen zu müssen geglaubt. Theophrast, Dioskorides, Plinius, Aelian u. a. wurden nun durch biblisch-hermeneutische und praktisch-erbauliche Schriften verdrängt. Die Naturwissenschaft des Altertums und besonders seines Ausganges, d. i. des Hellenismus, schwand vor allem in ihrem theoretischen Gehalt aus dem Gedächtnis. Was wenigstens manchmal noch blieb, waren rein praktische Handgriffe, Laboratoriumstechniken, verballhornte Rezepte und Vorschriften, verstümmelte Volkstradition und — verkrüppelte Religion. Die kernhaften Theorien und prinzipiellen Ansichten über Astronomie, Kosmologie, Physik, Chemie oder die genialen biologischen Theorien der Antike wurden vergessen. Von neuem mußten sie oft wieder ersonnen oder nach langer, langer Forscherarbeit aus dem Schutt von Irrtümern und Aberglauben herausgehoben werden. Besonders an den chemischen Theorien wollen wir diesen Werdegang später zeigen.

Von dem Schrifttum, das vor allem die antiken naturwissenschaftlichen Enzyklopädien zu ersetzen hatte, Bücher, die in bunter Allegoristik das biblisch-hermeneutische, praktisch-erbauliche und naturbeschreibende Moment in sich vereinte, war die sogenannte Clavis- und Physiologusliteratur. Claves Scripturae Sacrae sind Schlüssel, exegetische Einführungen zum Verständnis der biblischen Schriften, die neben viel Theologie auch eine biblische Naturgeschichte im Gewande einer allegorisch-symbolischen Auslegekunst bieten. Das unter dem Titel „Physiologus“ berühmt gewordene Schrifttum stellt phantastische Pflanzen- und Tierbücher vor. Der Bestiarius und Hortus sanitatis (Kräuterbücher) leiten sich von hier ab. Die ersten Anfänge der Clavisliteratur finden wir schon vor Origenes in der philonisch gefärbten „Clavis“ des Melito von Sardes. Das Buch wurde ein Vorbild für alle spätere naturwissenschaftliche Schriftstellerei. Auch die „Formeln geistlichen Verständnisses“ („Liber formularum spiritualis intelligentiae“) des Bischofs Eucherius von Lyon († um 450) waren in ähnlichem Sinne schulbildend und schlossen sich an Melitos Clavis an. Hier bekommen wir ein besonders klares Bild altkirchlicher Naturbeschreibung und zwar in nachgewiesener ältester Ueberlieferung. Die ältesten Physiologusbücher fallen wohl in das V. Jahrhundert und bekamen von dort ihren typischen altkirchlichen Stil. Auch der „Elucidarius“ gehört in dieses Schrifttum. In vielen Bearbeitungen geht dann diese Literaturgattung durchs ganze Mittelalter bis ins

XIV. Jahrhundert, und auch in syrischen, armenischen und arabischen Texten liegt diese wunderliche biblische Naturgeschichte vor. Was den eigentlichen Inhalt dieser Bücher betrifft, so handelt es sich vor allem um eine Liste der biblischen Tiere und deren Beschreibung. Später umgab man diese Schilderungen mit grotesken Fabelgeschichten und Wunderhistörchen antiken Ursprungs, die aber alle den Charakter einer christlich-kabbalistischen Bildersprache an sich tragen. Auch die an Aberglauben und Märchen reichen „Origines“ oder „Etymologicae“ des Bischofs Isidorus Hispalensis (570—636) waren von derselben Art. Gleich hier möchte vorwegnehmend auch die spätere Entwicklung dieser Schriftstellerei erwähnt werden, die an die biblische „Naturkunde“ des Eucherius, Gregor des Großen u. a. anknüpfte. Bibellektüre und Naturbetrachtung machten nun gemeinsame Sache, indem auch eine mystisch-mönchische Natursymbolik und religiös-erbauliche Motive verquickt wurden. Biblische Fauna und Flora erfahren spirituelle Deutungen, die sich trotz aller Naivität zu Kosmographien ausbilden, in denen biblische Hermeneutik, Moralthologie und Askese, oder der reine Typus einer Enzyklopädie vorwaltet. Alle sind echte Sammelwerke. Hrabanus Maurus hat vor allem durch seine Enzyklopädie „Vom Universum“ anregend gewirkt. Er selbst steht auf den Schultern Isidors, dessen „Etymologien“ und „Origines“ ihm als Vorbild dienten. Später hat diese Literaturgattung etwa folgende berühmte Vertreter erlebt: das Gregorialbuch des Kanonikus Garnerus von St. Viktor (um 1170), die Rosa alphabetica („Summe der Predigtkunst“) des Kardinals Petrus von Capua (um 1210), die Pseudo-Melitonische Clavis, das allegorische, in poetischer Sprache verfaßte „Buch von der Präfiguration Christi und der Kirche“ (um 1180), die „Aurora“ des Petrus von Riga, der Hortus deliciarum des Hermann von Werdin u. a. In diesen Sammelwerken ist in einem verwirrenden Durcheinander alles mögliche zusammengetragen: Traktate über Gott, Christus, die Engel, Weltteile, Menschen, Metalle, Bäume und Blumen, Zahlensymbolik, hebräische Benennungen und vieles andere. Diese Bücher sind reich an mehr oder minder geschmacklosen Allegorien und Symbolen, die uns Heutigen oft geradezu lächerlich dünken. Besonders die höchst sonderbaren Moralschlüsse, die sich der noch sonderbareren „Naturkunde“ anschließen, sind vielfach voll des köstlichsten, unfreiwilligen Humors. Von den Tierbüchern (Bestiarii oder Physiologi) sprachen wir schon. Meist kennen sie 36—40 Tierarten und einige Fabelgeschöpfe wie die Sirenen und Onozentauren, den Einhorn, den Riesenwalfisch u. a. m. Die Kräuterbücher (Herbarii, Horti sanitatis) waren Handbücher der Heilkunde und Arzneimittellehre. Sie alle haben meist Vorbilder in den medizinischen Errungenschaften der Schule von Salerno (Regimen Salernitanum). Hierher gehören auch die volkstümlichen Arzneiwerke des

XIII. u. XIV. Jahrhunderts: z. B. der „Schatz der Armen“ (Thesaurus Pauperum, um 1270), das Regimen sanitatis des Arztes Magister Gallus aus Prag (etwa 1360), das bekannte Arzneibuch des Arztes Ortolff von Baierland aus Würzburg (um 1400). Die Titel sind aber Produkte des Spätmittelalters. Berühmt war der Mainzer „Herbarius“ (1484), der aus Fusts und P. Schöffers Offizin hervorging. Echt mittelalterlich sind dann auch die vollständigen Naturspiegel oder Kosmographien. Sie sind den frühmittelalterlichen Etymologien“ des Isidor und Hrabanus Maurus „Universum“ nachgebildet, natürlich im Laufe der Zeit immer bunter und wunderlicher ausgeschmückt und überladen mit den Arabesken einer schwülgigen Phantasie. Es seien genannt: das „Weltbild“ (Imago mundi) des Honorius von Autun, das I. Buch der „Eruditio didascalica“ von Hugo von St. Viktor, der „Garten der Ergötzlichkeiten“ von der Aebtissin Herrad von Landsperg († 1175), das „Speculum naturale“ von Vincenz von Beauvais (1250), das berühmte „Buch der Natur“ (1349) von Konrad von Megenberg, das Buch „Der Natur Bloeme“ von Jakob von Maerlandt, „Von den Eigenschaften der Dinge“ von Bartholomäus Anglicus (1275), der „Thesaurus“ von Brunetto Latini, dem Lehrer Dantes u. a. Daran reihen sich Nachahmungen und umredigierte Fassungen, wie dies z. B. mit dem genannten Buche des Honorius von Autun geschehen ist. Walter von Metz und Kardinal Petrus de Alliaco (1410) haben des letzteren Werk überarbeitet und daraus viel gelesene Werke geschaffen. Das Buch des Kardinals Petrus de Alliaco ist übrigens von Kolumbus gern benützt worden. Auch in der Form handlicher Taschenbücher erschien diese Literatur: z. B. die Summulae rerum naturalium von Paulus Venetus (1420). Ganz im Gegensatz zu diesen kleinen Kompendien waren die großen „Konversationslexika“ der damaligen Zeit, wie etwa die „Margarita“ des Peter Reisch (1486). Diese populär-naturgeschichtlichen Bücher ruhen aber alle auf rein theologischer Grundlage, nur daß dieser Gedankengang von paradoxen Wundergedanken, naturgeschichtlichen Kuriositäten, Grotesken, polyhistorischen Spielereien, phantastischen Sammlergeschichten, verzerrter Heilkunde u. a. unterbrochen wird. Der Wert ist vor allem ein antiquarischer. Es sind interessante und lehrreiche Etappen in der Geschichte des naturwissenschaftlichen Irrtums und Fehlers. Zu den wertvollsten dieser zusammenfassenden, enzyklopädischen Literatur gehören die naturwissenschaftlichen Schriften einer Frau, die man mit Recht den großen eigentlichen Naturforschern des Mittelalters nahe bringen kann: die „Physica“ der Aebtissin Hildegard von Bingen (1098—1180?). Von ihr sprechen wir im V. Abschnitt eingehender.

Es wurde schon des öfteren gesagt, daß diese Naturbetrachtung und -forschung in ihren Beweisen und Endzielen rein teleologisch war. Immer

wieder betonte man damals: das Naturganze ist planvoll geleitet, alles ist zielstrebig und nach einer höheren Weisheit den Absichten eines persönlichen Gottes entsprechend zu einem Kunstwerk als Kosmos geschaffen und vereinigt; und in der Ordnung des Ganzen sind die Wirkungen seines nach menschlicher Art faßbaren Geistes fühlbar. Diese gewiß geistreich erdachte Zwecklehre war für das ganze Mittelalter bestimmend. Die meisten seiner Naturforscher und Aerzte haben den Typus oder das Urtümliche eines Naturdinges aus dem Zweck hergeleitet, aus Ziel- und Formstrebigkeit des Stofflichen und dabei alles in zweckvolle, universale Zusammenhänge bringen wollen. Schon von Klemens von Rom, der Diognetbrief, Minucius Felix, Theophilus, Cyprian, Lactantius, Athanasius, Cyrill von Jerusalem, Theodoret u. a. wird diese rein teleologische Weltbetrachtung energisch und in bunter Bilderfülle vertreten. Man könne die Welt nur vom naturökonomischen und heilsökonomischen Gottesplan verstehen. Alles gehe auf eine Weltursache von höchster Geistigkeit und Intelligenz zurück.

Diejenige Wissenschaft des beginnenden Mittelalters, die der Weltursache und dem Weltganzen nachzuforschen sich bemühte, war die Kosmologie und im weiteren Sinne dann die Kosmographie. Diese Disziplin diente vor allem dazu, die Natur als Wunderwerk Gottes zu deuten. Die ältesten Kosmologien und Kosmographien sind „Kommentare zum Buch der Offenbarung“, reich an farbigen Bildern, frischer Phantasie, aber auch belastet mit sich türmenden Irrtümern. Aberglaube, altjüdische Tradition, Volksglaube, gänzlich mangelnde Erfahrung sind die Merkmale dieses Schrifttums. An wissenschaftlichen Voraussetzungen aus der Antike hat es allerdings nicht gefehlt, aber es ist bekannt, wie zerspalten und vielseitig gerade die astronomischen Theorien des ausgehenden Altertums waren. Kein Wunder, wenn das beginnende Mittelalter wie durch einen Irrgarten von Lehrmeinungen sich den Weg bahnen mußte. Was bot sich da nicht alles zur Annahme oder Ablehnung! Nur einige wichtige Beispiele: die feinsinnige, als Ketzerei geltende heliozentrische Lehre des Aristarch von Samos (260 v. Chr.) und ihr Anhänger Seleukus, mit ihrer modernen Grundansicht von einer fixen Sonne, um die sich die Erde bewegt — oder auf der anderen Seite die eigentlich herrschenden geozentrischen Theorien, wie sie besonders von Aristoteles als wirkliche Dogmen ausgingen, die echt antik-astronomisch und im Sinne einer philosophischen Weltbetrachtung annahmen, daß die Erde der feste Mittelpunkt der Welt sei und der Himmel sich um diese wie eine Halbkugel wölbe. Eigentlich hat aber diese aristotelische Lehre, die ja dann das Mittelalter so stark beeinflusste, ihre lange Vorgeschichte, die wir hier nicht übergehen dürfen. Um nicht im folgenden immer wieder auf diese Entlehnungen und Weiterführungen antiker Astronomie

zurückkommen zu müssen, wollen wir das, was von diesen Spekulationen auch im Mittelalter immer wieder lebendig wird, etwas eingehender zusammenfassen.

Das Universum ist Zahl und Harmonie — das ist die Signatur der pythagoreischen Schule und daraus ergeben sich auch, als naheliegend, die ersten Gedanken über ein System des Kosmos. Das Sinnen und Sehnen Aegyptens hat sich in diesen Lehren niedergeschlagen. Die Erde galt als eine Kugel, die nicht im Mittelpunkt der Erde ruht, sondern um ein unbegrenztes Zentralfeuer (Kraftzentrum) sich bewegt. Auch Planeten und die übrigen Gestirne sind an dieser Rotierung beteiligt, die jene Musik beziehungsweise Harmonie der Sphären hervorbringt. Die Sonne ist eine offene Stelle des Zentralfeuers. Sie spendet dem Monde Licht. Pythagoras soll der erste gewesen sein, der die Welt ihrer Harmonie und Schönheit wegen Kosmos (*κόσμος* = Ordnung oder Schmuck) genannt hat. Das Zentralfeuer als Weltmittelpunkt hat aber Philolaos, der große Vorläufer Kopperniks, angenommen, wie auch die kreisförmige Erdbewegung. Hiketias von Syrakus vertrat dieselbe Ansicht. Die Bewegung der Erde um ihre Achse soll Ekphantus ausgesprochen haben und Aristarch von Samos (281 v. Chr.) nahm, wie schon gesagt, an, daß die Sonne in der Mitte des Universums ruhe und die Erde in einer Kreisbahn (Ekliptik) sich um dieselbe bewege. Eine exakte Berechnungsmethode der Entfernung der Sonne von der Erde geht auf ihn zurück. Von Pythagoreern nennen wir dann Seleukus aus Seleukia am Tigris in Babylonien, der eine Doppelbewegung der Erde und die Unendlichkeit der Welt deutlicher aussprach. Er erhob das heliozentrische, d. h. das die Sonne als Mittelpunkt der Welt annehmende System, zu einer astronomischen Lehre.

Heraklit vertrat in der Astronomie rein ägyptische Anschauungen, allerdings mit der Aenderung, daß sich ihm die Erde um die Achse rotierte.

Platon war auf diesem Boden nicht zeitlebens einheitlicher Ansicht und erst im „Timäus“ bricht eine Wertung hervor, die sich der Theorie von der Achsendrehung der Erde nähert. Zweifelsohne nicht mit der zu wünschenden Klarheit und Energie. Aber immerhin bedeutet sie gegenüber seinen Darlegungen in der „Republik“ einen großen Fortschritt, wo die Erde als noch völlig unbeweglich angesehen wird. Die himmlischen Sphären sind in Abständen — d. h. die mit der Erde konzentrischen und ätherischen Kugelschalen — voneinander, welche Saitenlängen entsprechen beziehungsweise ihren harmonischen Tönen. Ist der Abstand des Mondes von der Erde gleich 1, so ist demnach der der Sonne 2, Venus 3, Merkur 4, Mars 8, Jupiter 9 und der des Saturn gleich 27. Erwähnt sei an dieser Stelle, daß Platon durch seine Ent-

deckung der analytischen Methode, des Verfahrens zur Auffindung rechtwinkliger Dreiecke und der Lösung des Würfelverdoppelungsverfahrens auch als Mathematiker berühmt wurde. Theophrast hat berichtet, daß der greise Platon nicht mehr die Erde sondern das Zentralfeuer als Mittelpunkt erklärt haben soll.

Die Unendlichkeit der Ausdehnung der Welt betonte auch Platons Schüler Heraklides aus Heraklea am Pontus und vertrat nebst dem die Achsendrehung der Erde im Sinne des bereits genannten Pythagoreer Ekphantus. Wesentlich anders gestalten sich die kosmischen Systeme des Astronomen Eudoxus von Knidos (408—355 v. Chr.), eines Mannes, der auch in der Geschichte des griechischen Kalenders eine bedeutende Rolle spielt. Doch uns interessiert hier seine Lehre von den homozentrischen Systemen. „Darnach ist jeder bewegliche Himmelskörper an einer mit der Erdkugel konzentrischen Kugelschale befestigt und jeder dieser letzteren kommen, außer dem normalen, vierundzwanzigstündigen Umschwunge, noch gewisse Eigenbewegungen zu. Dies wußte Eudoxus mit höchstem Geschicke so auszuwählen, daß die vielen Unregelmäßigkeiten der Planetenbewegung, mit denen jene Zeit bereits ziemlich genau vertraut war, ihre zureichende Erklärung fanden. Schiaparelli zeigte, daß der Planet infolge der verschiedenen auf ihn einwirkenden Impulse im eudoxischen Systeme eine doppelt gekrümmte sphärische Kurve, die Hippopede, beschreibt, und daß diese Art der Bewegung eben die erwähnten Anomalien wirklich hervorbringt.“ (Siegm. Günther.)

Für die Sphärenlehre des Eudoxus trat ganz besonders Aristoteles, der Gegner der pythagoreischen Kosmologie, ein, indem er die Zahl der Sphären auf zweiundfünfzig erhöhte und dadurch einer Theorie Raum gab, der bereits jede Uebersicht und Klarheit abhanden gekommen war. Das Mittelalter wurde mit diesem aristotelischen Geschenk überreich belastet. Die Erde dachte er sich als unbewegliche im Weltenraum befindliche Kugel, über und um die sich der Himmel als Halbkugel wölbt. Sie trägt vom Umfang aus die Fixsterne und dann die Planeten (z. B. Sonne und Mond). Wie verstehen wir nun die Sphären? Sphären sind auch hier ätherische mit der Erde konzentrische Kugelschalen, an denen Gestirne befestigt sind und die sich mit den letzteren in dem Zeitraum von 24 Stunden um die fixe Erde bewegen. Aber jede Sphäre trägt ein Gestirn, nur alle Fixsterne zusammen haben eine Sphäre, den unwandelbaren Fixsternhimmel. Am vollkommensten ist diese alles umwölbende, periphere Fixsternsphäre, minder vollkommen die der dem göttlichen Beweger entfernteren Planeten, und noch unvollkommener die Erde. Der Fixsternhimmel ist also der bewegenden Gottheit am nächsten und setzt sich auch aus dem Aether (die fünfte Substanz, quinta essentia

oder *πέμπτον στοιχείον*) zusammen. Die vier irdischen Elemente demnach kommen für ihn nicht in Betracht. Die Bewegung des Fixsternhimmels ist im Gegensatz zu den ungleich bewegten Planetensphären gleichmäßig und geht in der Bahn des Kreises. Ganz im Sinne von Eudoxus wurden nun den Planeten unregelmäßige Eigenbewegungen zugesprochen, die in der Zahl den Sphären gleichkamen. Allerdings ist für sie die Fixsternsphäre das erste bewegende Moment und nicht Gott. Doch schon hier führen uns diese Gedanken auf den Boden der Naturphilosophie und Metaphysik. Erde und Himmel, Unvollkommenheit und Vollkommenheit, Unterordnung der Erde unter Fixsterne und Planeten werden greifbare und konsequente Gegensätze. Freilich gewann diese ganze Astronomie erst vollends Lebensdauer und Kräftigkeit durch ihren metaphysischen Unterbau, durch die übergreifenden Faktoren, die aus der aristotelischen Lehre vom Werden und der Bewegung hervorgegangen waren. Natürlich auch ganz im Sinne seiner Energetik und Teleologie. Das schuf erst vollends das geozentrische Weltbild, d. h. die Welt mit der Erde als Mittelpunkt. Es ward dann Dogma bis in die Renaissance hinein.

Diese wie auch die Gedanken über kosmische und tellurische Physik, haben wir auch schon im vorhergehenden Teil, des Zusammenhanges wegen, berühren müssen. Wir wollen hier nur noch nachtragen und einschalten, daß eigentlich der erste bedeutende Forscher auf dem Gebiete der physikalischen Erdkunde — besonders in bezug auf Luft, Wasser, Bodenbeschaffenheit und Windlehre — der berühmte Arzt Hippokrates von Kos war, ein Zeitgenosse Demokrits. In einem weit-schichtigen Wissenschaftssystem hat sie Aristoteles ausgebaut: er behandelt eingehend die Lehre von den Winden und den Stürmen, von den Kometen, Sternschnuppen und der Milchstraße, von Regenbogen und ähnlichen optischen Phänomenen, vom Tau, Schnee, Reif, Hagel, Regen, er bespricht Erdbeben, Wirbelstürme und Gewitter. Freilich ist ihm die Milchstraße noch nicht ganz im Sinne einer Sternanhäufung klar geworden, aber in der Lehre von den Blitzen hingegen unterscheidet er scharf zwischen gewöhnlichen und unvollständigen, wie auch zündenden und kalten Blitzen. Unvollständig war z. B. Flächenblitz und Wetterleuchten. Viel Verständnis brachte er auch der Lehre von den fließenden Gewässern, dem Meere und dessen Strömungen entgegen, und den Salzgehalt des letzteren glaubte Aristoteles in der Wechselwirkung von Sonnenstrahlung und Meerdunstung zu erklären. Weiter war es Theophrast, der auf diesem Gebiete als Forscher wirkte: er beobachtete den Wechsel von Land- und Seewind der griechischen Küsten, Jahreszeitwinde (Etesien), Fallwinde, den Föhn am Oeta und am thessalischen Olymp. Ebbe und Flut kannte aber bereits Herodot,

und Thukydides hatte schon über die Strömungen des Charybdisstrudels nachgedacht.

Unter den Alexandrinern begegnen uns als Astronomen vorerst Aristyllos und Timocharis, Zeitgenossen des Euklid. Sie lieferten Untersuchungen, die der späteren sphärischen Astronomie nützlich waren (Bestimmung der Auf- und Untergänge der Sterne nach Ort und Zeit, erster Fixsternkatalog). Vielleicht war auch Artolykos von Pitane Alexandriner. Er arbeitete über die Lehre von der Erd- und Himmelskugel (Sphärologie) und von dem Auf- und Untergang der Sterne. „Hier werden zunächst alle jene Fundamentalsätze über die Gegenlagebeziehungen gewisser sphärischer Hauptkreise, besonders des Aequators und Horizontes, aufgestellt und bewiesen, welche zur Charakterisierung der verschiedenen Erdgegenden nach der Sphaera recta, Sphaera obliqua und Sphaera parallela erforderlich sind. Die Worte ‚Meridian‘ und ‚Horizont‘ kommen bei Autolykos noch nicht vor, wohl aber in den ‚φαινόμενα‘ des Euklides“ (Siegm. Günther). Dann darf man auch nicht vergessen, daß z. B. der Ausdruck „Ekliptik“ im Sinne von Sonnenkreisbahn erst bei Macrobius (um 400 n. Chr.) steht.

Auch als Astronom schuf sich der Meister der Erdmessung und mathematischen Geographie, Eratosthenes von Kyrene (275—194 v. Chr.) bleibende Verdienste. Untersuchungen über die Erdzonen haben ihn besonders beschäftigt. Auf Grund der ihm unbezweifelbar scheinenden Tatsache, daß der Boden eines tiefen Brunnens in Syene (Oberägypten) am längsten Tage des Jahres sichtbar wird, glaubte er somit den Ort unter den Wendekreis des Krebses legen zu können und „maß zu Alexandria an einem Skaphion (= eine die horizontale Ebene berührende, hohle Halbkugel, auf deren geteilter Innenfläche sich der Schatten des vertikal aufgestellten Stylus abgrenzte) die Zenitdistanz z des Sonnenmittelpunktes; hierauf entnahm er den ägyptischen Katasterrollen die Lineardistanz d zwischen Alexandria und Syene. Aus der Proportion $z^{\circ} : 360^{\circ} = d : u$ berechnete er so den Erdumfang u zu 250000 Stadien, was im Vergleiche mit den zahlreichen Fehlerquellen als ein ganz leidliches Resultat gelten gürfte.“ Das erste Erdgradnetz stammt ebenfalls von Eratosthenes, wie auch eine Bestimmung der Ekliptikschiefe von $23^{\circ} 51' 15''$.

Dann nennen wir Aratos, einen Zeitgenossen des bereits erwähnten Aristarch von Samos, ein Mann, der als Lehrdichter (die Schrift *φαινόμενα*) dem Wissen von der Einteilung der Sternbilder und deren Benennung näher trat. Es war mehr astrognostisches Interesse, das ihn trieb. Aber erst Hipparch von Nicäa (geb. 180 v. Chr.) war es vorbehalten, das Größte der antiken Astronomie zu geben, was sie überhaupt damals umspannen konnte. Die einzigartige moderne Originalität

und Gründlichkeit, mit der er es aussprach, stellt ihn über Ptolemäus. Hipparchs Wirksamkeit fällt nach Alexandrien und Rhodos. Er war ein Meister, aus beobachteten Einzelfällen auf allgemeine Gesetze zu schließen und ist demnach induktiver Methodiker. Zum ersten Male stellte er eine innerlich geschlossene Theorie von der (scheinbaren) Sonnenbewegung auf: er zeigte, daß um $\frac{1}{24}$ des Bahnhalbmessers vom Mittelpunkt der Sonnenbahn die Erde abstände. Dieselbe „exzentrische Kreismethode“ wurde auch zur Erklärung der Abweichungen im Mondlaufe — Hipparch berechnete für die Schiefe der Mondbahn 5° — herangezogen. Er schuf den wissenschaftlichen Fixsternkatalog, in welchem er 1026 Fixsterne verzeichnet. Von tiefer Gründlichkeit sind seine Berechnungen der Sternenörter, die ihn auch auf die jährliche Verschiebung der Tierkreissternbilder führten. Sie ergab den Wert von 36 Bogensekunden. Das war die Theorie von der Präzession der Tag- und Nachtgleichen, also von der scheinbaren Ortsveränderung der Fixsterne durch Verschiebung des Aequators auf der Ekliptik. Hipparch kannte sehr präzise die Perioden der sechs alten Planeten:

	Periode	Fehler $\times 100$ Periode
Merkur	87,9698 d	+ 0,0007 d
Venus	224,7028 „	+ 0,0009 „
Erde	365,2599 „	+ 0,0010 „
Mars	686,9785 „	— 0,0002 „
Jupiter	4332,3192 „	— 0,0061 „
Saturn	10758,3222 „	— 0,0083 „

Auch eine tadellose Bestimmungsart der Parallaxe und Erddistanz der Sonne hat er festgestellt. Der Erdferne (Apogäum) und Erdnähe (Perigäum) der Sonne brachte er großes Interesse entgegen. Sein tropisches Jahr umfaßte 365 Tage 5 Stunden 55 Minuten, das siderische 365 Tage 6 Stunden 10 Minuten. Er verbesserte den Mondzyklus von 19 Jahren zu 255 Monaten des Astronomen Meton (um 433 v. Chr.). Diese Einteilung nahm 7 Schaltjahre an und es ergab sich ein Jahr von 365 d, 263, sowie einen Monat von 29 d, 532. Für die Griechen war Juli Jahresanfang. „Länge“ und „Breite“ sind aus der geographischen Nomenklatur des Hipparch und von mancher Seite wurde sogar angenommen, er hätte eine Erdmessung vorgenommen, wobei er für den größten Erdumfangkreis den Wert von 275 000 Stadien erhielt.

Sein würdiger Nachfolger war später Claudius Ptolemäus in Alexandrien (um 125—151 n. Chr.). Er schuf die gewaltige Zusammenfassung des geozentrischen Systems und bannte auf diesem Boden das Denken und Empfinden der Menschen bis auf Kopernik. Die Funda-

mentallehren in ihrer breiten Vereinigung und Verknüpfung bietet seine berühmte *Μεγάλη Σύνταξις*, ein Buch, das später von den Arabern „Almegisti“ oder „Almagest“ genannt wurde. Hier wird der große astronomische Wissensbestand unifiziert: die Erde und ihre Kugelgestalt, ihre Lage im Mittelpunkt der Welt (geozentrische Anschauung) und die Bewegung der Weltkörper in Kreisen, dann die Feststellung der Jahreslänge, die Hipparchsche Sonnenlauftheorie, Monatslänge und Mondbewegung. Ptolemäus nennt 15 südliche, 21 nördliche und die 12 Zodiakalsternbilder mit zusammen 1022 Sternen. Die *ἀστέρεις ἄμορφοι*, also die unbestimmten Sterngruppen, sind da nicht mitgerechnet. Aber was den Kernpunkt und den Dauergehalt des ptolemäischen Systems ausmacht und was auch bis Koppernik als solcher galt, ist folgendes: In exzentrischen Kreisen bewegen sich Mond, Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter und dann Saturn um die feststehende Erde. Jedes dieser Gestirne samt dem Fixsternhimmel vollführt in der Zeit von 24 Stunden einen ganzen Umlauf um die Erd- und Himmelpoleachse. „Die Bewegung der einzelnen Planeten ist jedoch keine rein kreisförmige, sondern vielmehr eine epizykloïdische: jeder Himmelskörper beschreibt einen kleineren Kreis, den Epizykel, dessen Mittelpunkt auf dem exzentrischen Deferenzkreis mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortrückt. Sollte ein Epizykel zur genauen Erklärung der einzelnen Ungleichheiten jeder Planetenbewegung nicht ausreichen, so kann man die Anzahl der Beikreise beliebig vermehren“ (S. Günther). Als Forscher der mathematischen Erdkunde verdanken wir Ptolemäus eine nunmehr methodische Bestimmung der Orte durch Längen- und Breitengrade.

Von späteren Astronomen nennen wir Theon von Smyrna, den christlichen Priester und alexandrinischen Schulvorsteher Anatolios (Berechnungsmethode des Osterfestes) und aus dem IV. Jahrhundert Theon von Alexandria, einen Interpreten des Ptolemäus.

Nachzutragen wären einige Bemerkungen über die Pflege der Astronomie zu Rom. Die Leistungen waren auf diesem Gebiete gering, lückenhaft und von keiner Originalität. Wir hören hier von dem Tribun Sulpicius Gallus als Propheten der Sonnenfinsternis des Tages der Pydnaschlacht (September 168 v. Chr.) im dritten Mazedonischen Kriege (171 bis 168 v. Chr.), weiter von Julius Cäsar und M. Terentius Varro als astronomische Literaten, Cicero, Hyginus, Germanicus als Verehrer und Uebertrager des bereits genannten Aratos. Auch Vitruvius, Lucretius Carus, Vergilius, Ovidius und später Andronicus, der Leibarzt Neros u. a. haben diesem Wissensgebiete praktisches und theoretisches Interesse entgegengebracht. Zu einer tieferen Einsicht ist es aber nicht gekommen, aber eine seltsame „Kunst“ trat vielfach gerade hier begleitend zur Astronomie: die Astrologie.

Unleugbar ging die Astrologie von den Völkern Mesopotamiens zu den Griechen herüber. Aus dem religiösen Sternendienste erwuchs auch diese lang anhaltende, gelehrte Leidenschaft. Die Sterndeutekunst nahm an, man könne aus der Stellung eines Planeten oder Fixsternes Menschengeschick deuten und voraussagen, denn diese Konstellation in der Geburtsstunde sei für alles Zukünftige maßgebend. Zeitlebens bleibt der Mensch unter dem Einfluß dieses Sternes, und der gestirnte Himmel im Augenblick, als der Mensch zur Welt kommt, ist das Bild seines Lebens. Alles was am Himmel ist, hat auf der Erde ein Spiegelbild. Sogar die Länderteilung hier unten muß der himmlischen entsprechen. Darum auch die Bedeutsamkeit der Landvermessung. Erde und Kosmos sind Spiegelbilder. Alles Irdische ist ein Abbild desselben kosmischen Begriffes. Der Himmel ist ein Weltbuch, wo die ganze Ordnung und Geschichte niedergeschrieben ist. Es herrscht prästabilisierte Harmonie! In den buntesten Variationen haben sich diese fremdartigen Ideen in der griechischen Seele niedergeschlagen und Gottesverehrung, wie auch sittliche Ueberzeugungen beeinflußt. Schon Hesiod wies auch auf die Beziehungen von Gestirnstellung zu Wetter, und Eudoxus und Aratos haben dann später die Astrometeorologie ausgebaut. Sie ward eine Schwesterkunst der Astrologie. Wenn sie auch nicht das menschlich-geistige Personenleben so in Anspruch nahm, wie die letztere. Die *ιατρομαθηματικοί* vereinten Astrologie und Heilkunde. Ptolemäus nennt sie schon. Abraham ibn Esra war dann einer der ersten Zusammenfasser der Jatro-mathematik. Später Jean Ganivet im Abendland.

Bekannte astrologische Sammelwerke des klassischen Altertums waren die berühmte *Εἰσαγωγή* des Geminus (I. Jahrh. v. Chr.), ein Buch, das auch zahlreiche Uebertragungen ins Lateinische, Arabische und Hebräische erlebte, das Lehrgedicht *Περὶ καταρχῶν* des sogenannten Maximus, der *Τετράβιβλος* des Ptolemäus, die *Ἀστρολογικαὶ ἀνθολογίαι* des Vettius Valens, die „*Libri matheseos octo*“ des Firmicus Maternus. Auf römischem Boden wirkte Flavius Philostratus und Nigidius Figulus als Astrologen, auf byzantinischem dann der berühmte Leon, ein Schüler des Mathematikers Michael Psellos. Unter dem Schutze des Kaisers Augustus, des Gönners der Astrologie, schuf Manilius Antiochus (Mallius) seine didaktisch-astrologische Dichtung, deren fünf noch erhaltene Bücher unter dem Titel „*Astronomicon libri V*“ bekannt wurden. Freilich auch an Gegnern dieser enthusiastischen Kunst hat es in Rom nicht gefehlt: wir nennen Sextus Empiricus, Horaz, Plinius und Juvenal. Hat doch auch, 139 v. Chr., der römische Prätor P. Länas ein Edikt gegen die Astrologen erlassen und Kaiser Tiberius (14—37 n. Chr.) verhängte sogar Todesurteile über die Pfleger dieser Pseudowissenschaft. Aber das war keine nachhaltige Gegnerschaft, die astrologische Literatur zog immer

größere Kreise, so daß wir unter Kaiser Alexander Severus (222 bis 235 n. Chr.) bereits astrologische Schüler in Rom antreffen. Wenn auch der christliche Apologete Tertullian Astrologie als Polytheismus und Götzendienst verwarf¹⁾.

Doch kehren wir wieder ins eigentliche Mittelalter zurück. Es leuchtet ein — der ganze geschichtliche Gang seiner Voraussetzungen macht das schon klar —, daß auch hier dem geozentrischen System immer lieber der Vorzug gegeben wurde, ja überhaupt mußte, weil die rechnerische Behandlung dieser Theorien eine heliozentrische Betrachtungsart der Welt einfach noch nicht zuließ. Der Geozentrismus, also die Lehre von der Erde als festen Mittelpunkt der Welt, bot ja, besonders vom Standort aristotelischer Philosophie, genug vernunftgemäße, dialektisch-gefärbte „Beweise“ und eine klare Metaphysik der Entwicklung und des Werdens.

Das Frühmittelalter zeigt in seiner Kosmologie und Kosmographie etwa folgendes genaueres Bild.

Fast alle Kirchenväter lehnten das heliozentrische Weltsystem ab und damit auch die Astronomie des Aristarch von Samos. Der Standort dieser christlichen Naturbetrachtung war schon wie der des späteren Mittelalters: anfänglich Platon und Stoa, dann aber ganz besonders und dauernd das aristotelisch-ptolemäische System. Die Kugelgestalt der Erde wird unter den Kirchenvätern noch vielfach bezweifelt, um so mehr also doch auch — wie wir gesehen haben — die Antike in bezug auf diese Lehre verschiedener Ansicht war. Klemens von Rom meint zwar, daß der gestirnte Himmel die Erde umkreise, aber diese Erde sei eine flache Scheibe vom Ozean umflossen. Die Alexandriner Klemens und Origenes vertreten die Kugelgestalt der Erde, und Basilius und Ambrosius verwendeten diese Theorien für ihre Bibelerklärungen. Die beiden letzteren besprechen auch die verschiedenen Schattenwerfungen, welche die Sonne während des Wechels der Jahreszeiten unter verschiedenen Breiten bewirkt. Hier knüpfen sie allerdings auch an antike Theorien von den schattenlosen Aequatorialbewohnern (*ἄσκιτοι*), den doppel-schattigen Tropenbewohnern (*ἀμφίσκιτοι*) und den nur nach eine Seite hin beschatteten Nordländern (*ἑτερόσκιτοι*) an (Strabo und Achilles Tatius). Augustin entschied sich für die Kugelgestalt der Erde, obwohl er Antipoden grundsätzlich leugnet. Auch Isidor, Beda u. a. treten für diese Theorie ein. Eine gegnerische Stellung vertritt Lactantius. Im IV. und

¹⁾ Vgl. über Astrologie: Franz Strunz, Beiträge und Skizzen zur Geschichte der Naturwissenschaften. Hamburg und Leipzig 1909. — Marcelin Berthelot, Die Chemie im Altertum und Mittelalter. Deutsche Uebersetzung (mit Einleitung und Anmerkungen) von Emma Kalliwoda und Franz Strunz. Leipzig und Wien 1909 (F. Deuticke).

V. Jahrhundert entschieden sich die meisten syrischen Gelehrten für die Erdgestalt als Scheibe und polemisieren gegen die Himmelsphärentheorie. Man dachte sich das Verhältnis des Himmels zur Erdscheibe als eines flachen oder halbkugelförmigen Daches zum überdachten Fußboden. Das ganze Weltgebäude war ein großes Haus oder Zelt, wie bei Jes. 40, 22; 44, 24; oder Psalm 104, 2 u. a. Es sind das uralte naive Naturanschauungen aus altorientalischer Quelle geschöpft. Hat sich doch schon der Beduine die Himmelsfläche als ein ausgespanntes Zeltdach vorgestellt, und der Stadtbewohner sah das ganze Weltall als ein festes zweistöckiges Haus, dessen untere Räume die Menschen bewohnen und dessen Söller (d. i. der Himmel) Gottes Heim ist. Der Himmel galt als ein „spiegelklares Gewässer“, als ein himmlisches Meer, von wo der Regen kommt. Alle diese Vorstellungen sind babylonisch. Daß die Erde so „feststeht“, galt ja von jeher als ein wunderbares Rätsel. Wo liegt ihr Fundament? Warum hat es noch niemals ein Mensch gesehen? Woher kommt die wunderbare Bewegung der Gestirne? Man sagte sich schon im alten Judentum: die kommt von Gott, denn er ist ihr Lehrmeister. Wozu dienen sie? Antwort: für den Kalender, damit der Mensch seine Zeit einzuteilen vermag. Vor allem ist der Mond für die große Zeitrechnung da, die Sonne für die Rechnung nach Tag und Nacht. . . . Gelehrte, die diese Lehre vertraten, waren Diodorus, Ephraem, Theodor von Mopsuestia, Chrysostomos u. a. Den am ersten Schöpfungstage geschaffenen oberen Himmel schildert u. a. Severianus — wie O. Zöckler sagt — „als Oberdach oder Söller (ὄπερῶον), das Firmament oder der Wolkenhimmel als Mitteldach (μέση στέγη) der Erde. Die Sonne und die Sterne läßt eben dieser Zeitgenosse des Chrysostomos nächtlicherwise nicht unter der Erde her, sondern um die ‚gleich einer toten Mauer sich verdeckende nördliche Region‘ (τὰ βορρῖνὰ μέρη) herumlaufen; eine Weltansicht, die auch von dem späteren Pseudo-Caesarius in seine vier Dialoge übernommen wurde, wie ja gewiß ebenfalls Chrysostomos und die anderen Syrer vieles von dieser kosmologischen Vorstellung an sich haben.“ Im VI. Jahrhundert schloß, wie schon gesagt wurde, Kosmas Indikopleustes an diese Ideen an und verarbeitete sie in seinem wunderlichen und an Aberglaube reichem Buche „Christliche Topographie“.

Die Beschaffenheit der Erdoberfläche hat man vielfach diskutiert und kamen die Kirchenväter sehr gern einerseits auf die antike Vorstellung von einem allumfließenden Ozean und seinen Hauptbuchten (Mittelmeer, Rotes Meer, Persischer Golf) und andererseits auf die ptolemäische Lehre, daß fünf Sechstel der Erde mit Wasser bedeckt sei, zurück. Daran reihen sich phantastische Auslegungen aus 4. Esra, der berühmten apokryphischen Schrift, dann aus einem Fragment des Josephus u. a. Die Meinungen

dieser Quellen gingen oft weit auseinander: das Esrabuch spricht z. B. vom großen Ueberwiegen des Landes, andere behaupten das direkte Gegenteil usw. Augustinus vermutet, daß das meiste der Erde mit Wasser bedeckt sei. Hippolytus denkt ähnlich wie Josephus: zuerst war die ganze Erde mit Wasser bedeckt; dann am dritten Schöpfungstage verwandelte Gott ein Drittel in Land, ein zweites Drittel war für den Himmel bestimmt und das letzte Drittel blieb den Menschen zum Gebrauch und zu ihrer Erhaltung. — Vielfach kehren in der mittelalterlichen naturwissenschaftlichen Literatur seltsame Theorien wieder, die sich mit den phantastischen Vorstellungen vom unterirdischen Laufe der Paradiesflüsse beschäftigen. Auch hier lebten antike Erinnerungen auf (Pindar, Plinius, Josephus, Eratosthenes, Hipparch, Strabo, Ptolemäus). Zu dieser wunderlichen Kosmographie gehört auch die von Basilius und Ambrosius vertretene Ansicht, daß der Wasserspiegel des Roten Meeres höher stehe als der des Mittelmeeres. Gewiß dürften auch hier Anlehnungen an das Alte Testament (2. Mos. 14, 26 f.; Psalm. 104, 6 ff.) mitgewirkt haben, wie auch antik-klassische Berichte (die Kanalisierungspläne des Sesostris und Darius). Die Erdbeben- und Vulkantheorien der Kirchenväter sind meist die des Altertums, soweit sie nicht direkt gegen die Bibel verstoßen. Tertullian übernimmt die Lehre Platons im „Phaedon“, daß Vulkane ihre Feuermassen aus dem Innern der Erde haben und zwar aus dem kochenden, unlöschbaren Höllenfeuer. Ebenfalls Minucius Felix, Isidorus, Augustinus u. a. lehren vielfach diese Auffassung und nennen die feuerspeienden Berge Symbole der Hölle. Die aristotelische Lehre, daß Erdbeben auf Winde zurückzuführen seien, lehnte man oft ab, da man derlei Naturkatastrophen immer lieber, ganz im Geiste der damaligen Zeit, auf Gottes strafende Gerechtigkeit zurückführen zu müssen glaubte. Die phantastischen Fabelmensen und menschlichen Tiergestalten tauchen schon früh in der mittelalterlichen Literatur auf. Augustinus nennt Pygmäen, Schattenfüßler und Hundsköpfe, wenn er auch vor übertriebenen Berichten und märchenhaften Reiseschilderungen ausdrücklich warnt. Hermaphroditische Mißgeburten und ähnliche Gestalten nimmt er aber als existierend an. Isidorus führte dann diese Ansätze und „Anregungen“ zu einer monströsen Anthropologie und Zoologie immer weiter und phantastischer aus, so daß dann im ganzen Mittelalter in seinen Kosmographien von derlei „Wundermensen“, „Verwandelten“, „Fabeltieren“ u. a. m. dauernd die Rede ist. Besonders als die falsche Deutung von Bibelstellen und die Allegoristik des Rabbinentums in die Blüte kamen, überwucherten solche Phantasien jede ernstere und klare Naturkunde.

In diesen Zusammenhang gehören auch die bereits frühzeitig auftauchenden Theorien von Antipoden (Mensen, die auf der entgegen-

gesetzten Erdhälfte wohnen), Periöken (Nebenbewohner auf demselben Breitengrad in der entgegengesetzten Hemisphäre) und Antöken (Gegenbewohner, die auf demselben Meridian, jedoch auf der entgegengesetzten Seite des Aequators wohnen). Basilius und Ambrosius sprechen von den „Schattenlosen“ und „einseitig Beschatteten“. Was aber ganz besonders interessant ist, das ist die Tatsache, daß man schon früh mit diesen Meinungen Vorstellungen von unbekanntem transozeanischen Ländern und ihren sagenhaften Bewohnern verband. Klemens Romanus redet von „Welten jenseits des undurchdringbaren Ozeans“, die aber im gleichen Maße den göttlichen Gesetzen unterworfen sind. Bei Origenes findet sich die Annahme von entgegengesetzten Erdteilen oder Gegenerden (*ἀντίχθονας*). Gewiß leben hier Erinnerungen an alte Gerüchte von transozeanischen Ländern auf, wie sie ja schon das Altertum reichlich kennt. Welche sind aber die Quellen dieser antiken Mutmaßung, daß es einen Westkontinent gebe? Man kann die Berichte dahin zusammenfassen: 1. Die Sage von der glücklichen Insel Atlantis in Platons „Timaios“ und „Kritias“; 2. die Meropissage des Theopomp (IV. Jahrh. vor Chr.), der von einem Festland jenseits des Ozeans berichtet (eigentlich aus zweiter Hand: aus Aelians *ποικίλη ἱστορία* V, 18); 3. die Berichte über ferne Inseln im Ozean, von denen die pseudoaristotelische Schrift *περὶ κόσμου* (I. Jahrhundert nach Chr.) erzählt, die im Geiste des großen Poseidonios geschrieben ist, und 4. Plutarchs Schrift „De facie in orbe lunae“ mit ihren Berichten über die Insel der Kalypso, Ogygia. Zweifelsohne liegen aber diesen literarischen Schöpfungen tatsächliche Beobachtungen, Traditionen und Dichtungen phönizischer oder karthagischer Seefahrer zugrunde. Josephus spricht in seiner „Geschichte des jüdischen Krieges“ von einem „Lande der Seligen“ jenseits des Ozeans. Tertullian macht aber diese Wunderländer lächerlich, während Irenäus und Hilarius in frommer Demut sich unterwerfen, und Gott die Entscheidung überlassen, ob es am Ende des Ozeans einen Westkontinent gebe oder nicht. Spätere Theologen deuteten diese ganzen Meinungen dahin, daß diese utopischen Länder nichts anderes seien, als das verlorene Paradies. Männer wie Ephraem, Chrysostomos, Lactantius u. a. zogen diese wunderlichen Erklärungen in den Kreis ihrer biblisch-exegetischen Studien herein. Die mittelalterlichen Geographen haben dann dem Problem vom Westkontinent immer wieder — bis in die Tage des Kolumbus — regstes Interesse zugewandt. Freilich an Verwirrungen hat es nicht gefehlt. Man warf die utopische Glücksinsel Atlantis mit Thule zusammen, dann wieder wurde sie als das Ophir der Bibel bezeichnet, man nannte sie die Urheimat aller Völker, wobei man das alte Kanaan mit Atlantis verwechselte usw. Gewiß ist aber das eine: die sagenhaften Inseln und Ländern, von denen in den antiken

und mittelalterlichen Berichten die Rede ist, lassen auf eine dunkle Kunde von einem Westkontinent, d. i. Amerika schließen. Besonders in der plutarchischen Ueberlieferung schimmert das am deutlichsten durch, wo die geographische Fixierung der Kronosinsel und von Ogygia in bezug auf Britannien, wirkliche Erfahrung voraussetzt. Auch Theopomps Meropiskontinent jenseits des Ozeans weist auf geographisches Verständnis und besonders auch die seltsame Bemerkung, daß Europa, Asien und Libyen Inseln seien. Uebrigens die Antipodentheorie kam auch später nie zur Ruhe. Der Abtbischof Virgilius von Salzburg redet bestimmt von Menschen, die auf der entgegengesetzten Erdhälfte wohnen. Er hatte sich deswegen arger Verfolgungen durch Bonifazius und Papst Zacharias (748) ausgesetzt. Wilhelm von Conches (um 1130) — also in viel späterer Zeit — sprach von der Möglichkeit des Bewohntseins des uns entgegengesetzten Viertels des Festlandes und knüpfte hier an des Makrobius Lehre von den vier Zonen oder Quarten der Erde an. Auch Wolfhelm von Cöln vertritt diese Lehre. Albert der Große (Albertus Magnus) hat bestimmt Antipoden angenommen, eine Ueberzeugung, die doch dann auch Dante übernommen hatte.

Die Meteorologie der Kirchenväter fußt wie alle anderen Naturwissenschaften dieser Epoche auf der Autorität der biblischen Schriften und ihrer frühchristlichen Deutung. Das Grundkapital ihrer Kenntnisse und Lehrmeinungen ließe sich nach den Forschungen von Immanuel Hoffmann dahin zusammenfassen: Die Sonne ist feuriger Natur. Die Erde ist bewegungslos. Die Luft wird fast durchwegs als verdünnter Wasserdampf bezeichnet. Philoponos meint, daß die eigentliche, untere Luft zum allergrößten Teil aus verdünntem Wasserdampf entstehe, aber daß sie daneben freilich auch Erddämpfe enthalte. . . . Der Wind gilt im allgemeinen als bewegte Luft. Philoponos leitet ihn aus Erddämpfen ab. Der Blitz ist — wie fast allgemein angenommen wird — entzündete Luft. Ephraem vertritt für sich die Anschauung, daß die Erwärmung der Erde auch durch Wärme aus dem Erdinnern vor sich gehe. Astrometeorologie findet nur wenige Vertreter. Der Glaube an das Wettermachen mit dämonischer Hilfe läßt sich bei den Kirchenvätern nicht nachweisen. Die biblischen Schriften sind wohl überall Autorität, aber sie bestimmen eigentlich nicht rein naturwissenschaftliche Theorien. Das Wesentliche und Kernhafte bleibt auch hier das antike Erbe, wenn auch von Fortschritten nicht die Rede sein kann. Vielleicht kann man hier Minucius Felix ausnehmen, der auf bezeichnende Unterschiede zwischen maritimen und kontinentalen Klima wies. Wertvoll sind vor allem bei allen Literaten dieser Zeit — und das gilt für alle Zweige der Naturforschung —, daß sie Antikes in ihre Schriften aufnehmen und so manche seltene Quelle

der Vergessenheit entreißen. Auch das Interesse für naturwissenschaftliche Fragen wurde da immer wach gehalten. Wir erinnern z. B. an Isidors *De nature rerum*, an seine *Origines*, Bedas *De nature rerum*, des Rabanus *Libri de Universo* u. a. Es wurde damit der Standort getroffen, von dem aus die aristotelische Naturforschung der Scholastik Natur und Welt durch eine lange Epoche hindurch beurteilt.

Von großem Interesse sind die Ansichten des Frühmittelalters beziehungsweise der beginnenden christlichen Wissenschaft über Biologie und Embryologie und ihre Grenzgebiete. Gerade hier zeigt sich so recht die Abhängigkeit vom Altertum (Galenos) von den Zweckmäßigkeitslehren der damaligen Theologie (die allerdings vielfach an Aristoteles und Galenos anschlossen), und von den total kirchlichen Umdeutungen einfacher Naturvorgänge. Vor allem Tertullian (160—220). Welch mühevollen Geistesarbeit verwendet nicht dieser geniale Kopf, um eine verzwickte christliche Teleologie in die Deutung der Naturvorgänge hineinzubringen. Er meint z. B., der männliche Fötus bilde sich früher aus als der weibliche, „weil Adam vor Eva erschaffen wurde“. Die zehntonatliche Dauer der Schwangerschaft gilt ihm als das Normale, „da doch die Zahl der Monate dem Dekalog entspreche“. (*De anima*, c. 36 und 37.) Zwischen solchen seltsamen „Theorien“ stehen aber oft manch wertvolle Fragmente aus antiken Entwicklungslehren. Im Vordergrund war auch für Tertullian die Frage: „Wann tritt die Seele in den Körper ein?“ Er beantwortet sie echt aus dem Geiste seiner Zeit heraus: „Der Leib ist von der Zeugung ab ein beseelter.“ Dem Embryo im Mutterleib kommen nicht nur körperliche Funktionen der Ernährung und des Wachstums zu, sondern auch geistige Fähigkeiten. Im Anschluß an Aristoteles und Varro äußert sich Lactantius Firmianus (um 300) in seiner Schrift *De opificio dei* über embryologische Probleme. Der Same sei in den beiden *Venae seminales* enthalten und zwar in der rechten Vene der männliche Samen, in der linken der weibliche. Eine Ansicht, die allerdings auf Hippokrates und Galenos zurückgeht. Weiter meint Lactantius Firmianus, daß an Stelle des Samens beim Weibe das Reinigungsblut (*sanguis purgatus*) trete. Die Vermischung der beiden führt zur Befruchtung, die ein Koagulationsvorgang (Gerinnung der Milch) sei. Das ist wieder echt aristotelisch gedacht. Mit der Bildung des Herzens beginne die Entwicklung und brauche 40 Tage. Auch diese Lehre stammt eigentlich von Aristoteles. Der feine Kenner der Geschichte der Embryologie, Bruno Bloch, will allerdings nicht entscheiden, ob die Angabe, daß Lactantius Firmianus öfters gesehen habe, daß sich bei Vogelembryonen zuerst die Augen ausbilden, so zu denken sei, daß er wirklich selber bebrütete Eier beobachtet und untersucht habe.

Jedenfalls sehe sich Lactantius veranlaßt, in der Frage nach dem Primat der Teile von seinen Vorbildern abzuweichen. In betreff der Deutung der Entstehung der beiden Geschlechter vertritt Lactantius Firmianus die alte Lehre des Anaxagares, die wohl damals noch volkstümlich war: die männliche Nachkommenschaft bilde sich aus dem Samen des rechten Hoden und entwickle sich in der rechten Seite der Gebärmutter; die weibliche Nachkommenschaft bilde sich links beziehungsweise linke Hode und linke Seite der Gebärmutter (Kap. 6). . . . Embryologisches finden wir auch im „Paedagogus“ des Klemens Alexandrinus, allerdings fast durchwegs aus Aristoteles entlehnt. Bischof Nemesios von Emesa behandelt eine Theorie der Samenbildung und Zeugung in der bekannten Schrift *περὶ φύσεως ἀνθρώπου*, wobei er freilich ganz zusammenfassend verfährt und fast durchwegs die hippokratische Schriftensammlung benutzt. Auch das Buch des Theophilos *περὶ τῆς τοῦ ἀνθρώπου κατασκευῆς* — meist Theorien über Samenbildung, Geschlechtsbestimmung u. a. m. — ist eine theologische Umarbeitung und Zusammenfassung der Schrift des Galenos *περὶ χρείας*, die nun hier in christlichem Gewande erscheint. Wie gesagt, auch in diesem Schrifttum ist an Urtümlichem und Selbsterdachtem Mangel. Was an Lehrmeinungen groß und schwungkräftig erstand, ist antikes Erbe und, vor allem Galenos' und Aristoteles'. Auf ihren Schultern steht die ganze mittelalterliche Embryologie und Biologie. Erwähnen möchten wir hier auch noch von anatomischen Schriften dieser Epoche: „Ueber die Schöpfung Gottes“ von Lactantius, die Abhandlung über den Bau des Menschen (*περὶ κατασκευῆς ἀνθρώπου*) vom Bischof Gregorius von Nyssa, das bereits erwähnte Buch über die Natur des Menschen vom Bischof Nemesios von Emesa, das Realwörterbuch des Bischofs Isidorus von Hispala (VII. Jahrhundert) u. a. Alle diese Bücher handeln auch vielfach von der Optik des Auges.

Aber alles in allem war diese ganze Epoche reich an Irrtümern und Aberglauben. Der Höhepunkt des Verfalls naturwissenschaftlicher Spekulation ist wohl das VII. Jahrhundert. Denn im folgenden Säkulum kommt eine frische Geistesströmung von Britannien und Irland, wo germanische und keltische Mönche unermüdlich am Werke sind, wissenschaftliche Interessen zu fördern. Der als Mathematiker berühmte Klostergelehrte Beda (Venerabilis; 672—735) begründete in Nordengland eine neue Schüलगemeinde, aus der der Forscher der karolingischen Renaissance, Alcuin (Alkwin; 735—804), hervorging. Hat doch Karl der Große auf Grund christlicher Literatur Wertvolles anzuregen verstanden, wenn er auch immer wieder auf das Welt- und Naturbild Augustinus zurückkommt. Schon die Reinigung der damals arg verwilderten lateinischen Sprache bot antike Anregungen und förderte eine festere Terminologie. Man ging wieder zurück auf die Latinität der Kaiserzeit, die Bibelüber-

tragungen und die Kirchenväterliteratur. Neue Worte wurden für den praktischen Gebrauch gebildet. Es war die Geburtsstunde des sogenannten mittelalterlichen Latein. Fast mutet uns dieses Schrifttum oft wie eine letzte Nachblüte der christlichen Latinität an. Antikes kehrt oft wieder, akut christlich gefärbt und mehr nach der formellen Seite hin sklavisch nachgeahmt, als innerlich originell verarbeitet und umgesetzt. Stil, Tempo und Wortreichtum des Altertums tauchen auch hier in den karolingischen Büchern wieder auf und nicht selten klingt auch etwas von einer freieren Art des individuellen Lebensgefühls und Naturschauens durch. Aus allen Richtungen kamen Gelehrte und sammelten sich an Karls Hofe: Angelsachsen, Iroschotten, Spanier und Italiener. Der irländische Mönch Dungal erregte mit seinen Finsternisprognosen das lebhafteste Interesse des Regenten, der mit ihm brieflich verkehrte. Unter Ludwig dem Frommen, dem Förderer der Astronomie, wirkte der Irländer Dicuil, der Autor eines kosmographischen Kompendiums. Der gelehrte Heiric war am Hofe Karl des Kahlen in hohem Ansehen. In England erlebten die Naturwissenschaften und Geographie unter König Alfred I. nennenswerten Aufschwung, da er ja selbst der Urheber einer angelsächsischen Uebersetzung der geographischen Partien im Buche des Orosius (VI. Jahrhundert) ist und hierbei auch die guten Berichte von englischen und normannischen Entdeckungsreisenden (Wulfstan und Oktar) seiner Tage verwertet. Ins Jahr 1000 fällt die erste normannische Ansiedlung in Island, Grönland und Nordamerika. Der norwegische „Königsspiegel“ spricht bereits von Nordlichttheorien.

Daß die Kloster- und Stiftsschulen im Abendland (Fulda, St. Gallen, Reichenau, Corvey) auch die Naturforschung vor völligem Untergang bewahrten und vieles zur Förderung der Naturkunde beitrugen, erwähnten wir schon. Auch die Bedeutung der klösterlichen botanischen und zoologischen Gärten wurde bereits hervorgehoben. Hier gebührt Walafrid Strabus, dem rührigen Botaniker, ein dankbares Andenken. Es seien weiter nur Hrabanus Maurus in Fulda, der Verfasser damals berühmter Lehrbücher, und die Enzyklopädie des Bischofs Salomon von Kostnitz genannt. Die Astronomie war in diesen Kreisen mit den Kalenderberechnungen in engstem Zusammenhang. Die Festsetzung des Osterfestes brachte nach dem damaligen julianischen Kalender immer besondere Ausgleichsrechnungen mit sich, die die Astronomen lebhaft beschäftigten. Hat doch das Konzil von Nicäa (325 n. Chr.) bestimmt, daß das christliche Osterfest immer am Sonntag nach dem Vollmonde anfangen mußte, welcher als erster nach der Frühlingsnachtgleiche kommt. Recht willkürlich setzte man aber dieses Aequinoktium dauernd auf den 21. März. Nun war aber das julianische Jahr um $\frac{1}{129}$ d zu groß. Das ergab dann große Rückstände in bezug auf die Osterberechnungen.

nung, die später von den Gelehrten der damaligen Zeit durch Ausgleich mathematisch reguliert werden sollten. Der bereits genannte Presbyter der angelsächsischen Kirche Beda venerabilis und der später noch zu nennende geniale Physiker Roger Bacon haben derlei Ausgleichsrechnungen geliefert. Der erstere Gelehrte in seiner Schrift „De ratione temporum“. Die „Kalenderverbesserer“ wurden damals sozusagen eine besondere wissenschaftliche Kaste unter den Mönchen. Hier sei auch erwähnt, daß schon in früher Zeit der Presbyter Dionysius Exiguus im Jahre 527 den Vorschlag machte, das Jahr der „Fleischwerdung Christi“ als Ausgangsjahr aller zukünftigen Zeitrechnung zu wählen.

Wir werden noch später davon zu reden haben, wie auch gelehrte Nonnen an naturwissenschaftlichen Forschungen Interesse bekunden und — soweit dies damals möglich war — die Naturkunde tiefgehend fördern. Wir nennen abermals die Aebtissin Herrad von Landsperg mit ihrem Buche „Hortus Deliciarum“ und die große Hildegard von Bingen, die erste schriftstellerisch tätige Aertzin unter uns Deutschen, deren „Physica“ von hoher Bedeutung für die Geschichte der Naturwissenschaften ist. Doch von dieser begabten Frau später noch.

d) Die Anfänge germanischer Naturbetrachtung und Naturerkenntnis.

Vieles, was die Naturfreunde und -forscher dieser Epochen gesammelt und registriert haben, entstammt dem Volksglauben, uraltes Völkergut aus dem Morgenland fand hier in neuer Gewandung Eingang und vermengte sich mit der Gefühlsinnerlichkeit der Germanen. Die „Natur“, die man erlebte, bekam für Jahrhunderte von diesen Ursprüngen her ihr Kolorit. In den Natursagen lebt noch diese Welt und sie zeugen noch von dem Bestreben, in den Ablauf und Zusammenhang der Natur die Volksseele einzufügen. Das Gemüt versenkt sich in die Erscheinungen der Landschaft, in die Gesetze des Himmels, der Vegetation, der Lüfte, der Tageszeit, des Lichtes und bringt die natürlichen Phänomene des Jahresablaufes zu den Epochen der Seele in Beziehung. Frühling und Sommer, Herbst und Winter, Blühen, Reifen und Müdewerden sind nun Symbole des inneren Menschen, die im Naturgefühl des Volkes und der Dichter geboren worden sind und sich auf dauernde Zeiten in Mythos, Märchen und Sage hinüberretteten. Alle Gefühlsstärke und Freude, die düstere Todesstimmung, aber auch jener echt germanische Sehnsuchtsdrang ins Ferne, Unendliche, in nebelblaue Weiten, in die so mancher Volksglaube sich verlor, redet aus dem germanischen Naturgefühl und trieb im Märchen und in den Natursagen, im Pflanzen- und Tiermythos herrliche Blüten. Der Wechsel

der Natur spiegelte sich in den Jahren, Epochen und Geschichten der menschlichen Seele und ihrem Jahrkreis der Stimmungen. Die germanische Gemühtiefe und die Sehnsucht nach Verinnerlichung, Individualität und Persönlichkeit grüßt uns auch aus ihren Natursymbolen, die mit so viel Gefühl ausgestattet sind. Aber man hat auch schon früh für die Naturdinge Wertschätzung gezeigt, Nutzen und Schaden wohl erkannt, was wir heute z. B. noch nachweisen können, wenn wir germanischen Pflanzennamen nachgehen beziehungsweise der Geschichte, welche sich im Namen selbst verbirgt. Die Deutung dieser Namen und die Lehre des volkskundlichen Brauches hellen da viel Geschichte der Naturwissenschaften auf. Freilich muß man vorsichtig ans Werk gehen und fremdes ungermanisches Kulturgut (wie es z. B. vielfach in der alten Mönchsmedizin genug vorhanden ist) reinlich scheiden. Max Höfler, der bewährte Kenner der altgermanischen Naturkunde, hat nachgewiesen, wie aus dem Bedürfnisse die Benennung der Pflanzen entsprang und daß erst, als die Verwendungsart der Pflanzen und Kräuter durch die Tradition eine gleichsam heroische Verherrlichung erfahren hatte, sich der Volksmythos der Pflanzennamen annahm. Es wäre darum falsch, jeden mittelalterlichen Pflanzenmythos auf antike Einflüsse (Kräuterbücher des Altertums) zurückzuführen, wenn es auch feststeht, daß das Volk aus der Vergangenheit herübergerettete antike Pflanzennamen in seiner Art verballhornte und sich so neue Namen schuf. Die Pflanzenkunde des Altertums war ja damals beinahe vergessen. Die Reste verbanden sich mit der altgermanischen Kräuterkunde, die vielfach von Sippe zu Sippe einst vererbt wurde und in der Vorzeit auch kultischen Handlungen entsprang. Erwähnt sei auch, daß bestimmte Pflanzen nur zu bestimmten Zeiten gesammelt werden durften, da in ihnen göttliche Wesenheit und Zauberkräfte schlummern. Es gab darum eine Fülle von Ritualen und religiösen Ueberlieferungen für Wurzelgräber und Krautschneider, diesen ersten germanischen Botanikern.

Die früheste Zoologie und Lehre vom Menschen geht auch in diesem Volke auf die Opferanatomie zurück. Waren doch ursprünglich auch Menschenopfer gebräuchlich, wie doch Tacitus von der Opferung der kriegsgefangenen Römer im Teutoburger Walde und von den alljährlichen Menschenopfern der Semnonen berichtet. In der Edda wird genau beschrieben, wie der „Gode“ (Opferpriester) dem Opfertier die beiderseitigen Rippenknorpelverbindungen durchschneidet und die vorderen Brustrippen flügel förmig umschlägt, damit das zuckende Herz freiliege u. a. — alles Handgriffe, die ein gewisses Maß anatomischer Geschicklichkeit und Kenntnisse des tierischen Körperbaues voraussetzt. Es ist heute genau bekannt, wie die Reihenfolge der anatomischen Zerlegung des Opfertieres vor sich ging. Viele Namen — noch manchmal in der

Sprache der Metzger erhalten — weisen darauf hin, wie weitgehend diese Kenntnisse waren: Vorherz, Herzbänder, Kronfleisch (Zwerchfell), Rachen (hraho), Lunge (ling = leicht sein, der leichtere Teil der Kralautorgane), Gehäng (Herz und Lunge), Leber, Milz (= das den Speisebrei mälzende, schmelzende und weichmachende Organ), Magen (Weidsack), Gekröse (Inschlitt), Darm (Ader), Genitalien (Geschrot, das mit dem sogenannten Schrotmesser oder Bräteisen herauspräpariert wurde), Rumpf und Rippen (Krippe oder Gerippe), Haut (Büttling, Wasserbalg), Schädel (Kopfpfanne), Mark, Bänder (bant, bentir), Fasern (fusa, faso), Sehnen, Adern u. a. m.

III. Die Naturforschung der Araber.

a) Allgemeines.

Die Araber bekamen einen großen Teil ihrer naturwissenschaftlichen Kenntnisse, an die sie weiter anknüpften, aus der Hand der Syrer und Byzantiner, die doch wieder die direkten Schüler der alexandrinischen Griechen waren. Besonders die syrischen Gelehrten sind vielfach dann die Lehrmeister der arabischen Naturforscher. Stellen doch z. B. ihre chemischen und allgemein-naturwissenschaftlichen Spekulationen und praktischen Vorschriften unter dem Schleier einer bunten, allerdings echt orientalischen Bildersprache eine ganze Philosophie vor und setzen die Metaphysik der Alexandriner fort, die ja selbst wieder auf den Schultern Platons und Aristoteles' stehen! Gewiß waren die Araber nicht die Schöpfer einer neuen Naturwissenschaft, sie waren nur ihre Fortführer. Heute, wo wir wissen, daß man ihnen in früherer Zeit Entdeckungen und Erfindungen ihrer griechischen Vorgänger zuschrieb und sogar richtunggebende Reformen ihrer abendländischen Nachfolger des XIV. und XV. Jahrhunderts — wir erinnern hier an die lateinischen Schriften des sogenannten Geber, die aber alle abendländische Literatur aus dem XIV. bis XVI. Jahrhundert sind — einfach als arabische Errungenschaften hinstellte, ist eine ganz anders geartete Kritik zu Worte gekommen. Man kann das am deutlichsten an der arabischen Chemie sehen, die uns ja vor allem die Forschungen Marcelin Berthelots zugänglich gemacht haben. Seinem Urteile nach teilen sich die chemischen und viele andere naturwissenschaftlichen Schriften in zwei voneinander unterschiedene Gruppen: die einen sind die wirklichen Abhandlungen, die die beschreibende und praktische Chemie umfassen, ähnlich denen über medizinische Stoffgebiete, aber angeordnet je nach den Prinzipien einer Methode, welche wir weder bei den Griechen noch bei den Syrern finden. Die anderen Schriften sind im Gegenteil theoretische Kompilationen, mit Philosophie und Mystik vermischt. Hier begegnet man in betreff des Problems von der Beschaffenheit der Metalle Ideen, Vorstellungsreihen und Begriffen, die bei den Griechen nur im Keime bestanden und welche somit von den Arabern erst gründlich herausgearbeitet und in ein System gebracht wurden. Ja, es findet sich hier sogar viel Poetisches und eine bunte und reiche Vielfalt von Anschauungen,

die wirklich geeignet waren, eine seltene Weite des Blickes zu ermöglichen und die Kraft des enthusiastischen Aufschwungs anzuregen. Wir kennen heute eine ganze poetische Literaturgattung von byzantinischen, arabischen und lateinischen Alchemisten und sie alle berauschten sich an den Hoffnungen der Illusion und des Erträumten. Ja und auch das darf man nicht vergessen, daß eigentlich in der Geschichte der Wissenschaften der Gebrauch des Wortes „arabisch“ oft täuschen kann und falsch gebraucht wird. Denn in Wirklichkeit sind es doch syrische, persische oder spanische Autoren gewesen, welche die arabische Sprache angewendet haben. Der Grund liegt in den großen intellektuellen und kulturellen Bewegungen, welche den muselmännischen Eroberungen folgten. Diese Bewegung erstreckte sich auf alle Zweige der naturwissenschaftlichen und philosophischen Geistesarbeit und hat hier oft mächtige Wirkungen hervorgerufen. Gewiß hat diese Erkenntnis M. Berthelots neue, weite Ausblicke gewährt. Natürlich darf man nicht meinen, die Araber hätten einfach von ihren genannten Lehrmeistern oder von den Persern und Indern kritiklos entlehnt. Keineswegs. Sie haben vielmehr das buntfarbige Fremde zu einer festen Totalität vereinigt und vielfach neu umgedacht. Gewiß waren die Araber große zusammenfassende Talente, genial in der Rezeptivität. Wie vielfältig war doch diese Kultur und aus wie vielen Quellen ist einst alles zusammengeströmt zu jenem imponierenden Ganzen, das wir arabische Geisteskultur nennen. Ganz abgesehen davon, daß ihre Poesie, Geschichtschreibung (Ibn Khaldun!) und Philologie echtes Eigengut sind. Den oben angeführten Lehrmeistern haben wir übrigens noch andere beizuzählen. Doch wenn auch die syrischen Gelehrten den Stoff geboten haben und die persischen den Boden bereitet haben — die geniale Zusammenfassung war doch die mutvolle Tat der Araber. Als sie politisch den Vorrang verloren hatten — unter den Abbasiden (seit 750 n. Chr.) —, reifte diese interessante und aus so weit hergeholten Bestandstücken erbaute Kultur. Eine glänzende Vorzeit des Khalifats in staatlicher Hinsicht geht ihr voran und gab dem Aufschwung der Wissenschaften den festen Standort. Syrische Christen hatten medizinische und später auch philosophische Werke aus dem Griechischen ins Syrische und Arabische übersetzt. Dann faßte das neue geistige Leben überall Wurzel, aber nicht nur in Mesopotamien, Syrien, Iran, Aegypten kam es rasch ins Blühen, sondern auch in Nordwestafrika und Spanien. Die Araber waren Genies jener echt mittelalterlichen Fähigkeit der Rezeptivität und Verwertung des Gefundenen. Ihre Interessen gingen allerdings auf die konkreten Ergebnisse des Altertums, was nicht immer ihr Vorteil war. Der Hochsommer dieser Geisteskultur reicht von dem Ende des VIII. bis ins XI. Jahrhundert. Die erste leise Abblüte sind die folgenden zwei Jahr-

hunderte, die dann mählich den Verfall bringen. Was wir unter arabischer Kultur verstehen, sind aber am wenigsten die geistigen Hervorbringungen des Landes Arabien, sondern vor allem des großen Reiches der mohammedanischen Religion und der arabischen Sprache. Denn das Land ist, wie gesagt, nicht allein damit gemeint. Dieses liegt bekanntlich im Süden einer Linie, die von Aqabat almisrije (Elat, Aila) über Aqabat eschschamije, den Steilabstieg von Syrien nach Arabien, und das Dschof (Dumat aldschandal) nach Suq eschschijuch und der Nordspitze des persischen Golfes führt. Ein Drittel dieses Gebietes ist Wüste (Dahna und Nefud).

Die arabischen Naturforscher gingen vor allem auf praktische Kenntnisse und auf das Empirische. Entdeckungsfreude und die Sucht, ferne Länder zu durchqueren, ist ein hervorstechendes Merkmal dieser Gelehrten gewesen. Die Wissenschaft sperrte sich nicht in Kasten ab, sie war Gemeingut. Gelehrte Sozietäten hielten dauernd das Interesse an wissenschaftlichen Problemen und Wechselreden wach. Später entstanden auch Hochschulen („Medresen“), wie z. B. die in Bagdad, die 1065 gegründet wurde. Die arabischen Bibliotheken — in Merw gab es um das Jahr 1200 zehn solcher großer Büchersammlungen — waren berühmt. Immer gab es auch Förderer, die reichlich und dauernd die Wissenschaft unterstützten: Mansur, Harun und ganz besonders Mamun, der zu den hervorragenden Mäzenen in der Wissenschaftsgeschichte gehört. Und auch das möchte hier erwähnt sein, daß man großartige Enzyklopädien besaß, die in verschiedenen Epochen das jeweilige Wissenkapital registrierten. Für die Geschichte der Naturwissenschaften ist vor allem bedeutsam jenes „Verzeichnis“ zur Zeit um 988 vorhandener arabischer Originalwerke und Uebersetzungen, das Kitāb-al-Fihrist heißt. Es hat Ibn abī Jakūb an-nadim zum Verfasser. Ein ähnliches Sammelwerk ist das große Liederbuch des Abu'l Faradj al Isbahānī († 967). Im Kitāb-al-Fihrist finden sich die verschiedenen Literaturgattungen, die Offenbarungsschriften der Religion, Alchemistisches, Grundlegendes über den Qor'ān, Okkultes u. a.

Trotz aller Liebe an Detailforschung war aber dennoch ein universaler Zug in diesem Forscherdrang. Ueberall die Tendenz zu einem Allgemeinwissen und zur Vielseitigkeit. Geschichtschreiber waren zugleich auch Naturforscher und Geographen, z. B. Marudi, Biruni, Abulfida u. a. Aber auch in dem Berufsmann des Alltags stak oft viel von einem Gelehrten. Jeder Reisende war auch Naturforscher und Geograph und freute sich an Sammlertätigkeit oder selbständigen Entdeckungen.

Von Kindi (Alkendi) und Farabi (Alfārābi) nahm die eigentliche philosophische Weltanschauung der Araber ihren Ursprung. Neues hat sie nicht gebracht, nur neue Probleme der Gedankenformung. Beide

Denker stehen auf den Schultern des Aristoteles, dessen Schriften und Kommentare ja damals bereits in arabischen Uebersetzungen zugänglich waren. Auch Averroës geht in seinen Grundlehren vielfach auf den Stagiriten zurück. Was diese Philosophie der Araber im Kern war, läßt sich am besten dahin zusammenfassen, daß man sagt, sie ist die Lehre des Aristoteles mit etwas Neuplatonismus verfärbt. Diese Form von Platonismus und Aristotelismus war die der abblühenden Antike, wie sie z. B. von Porphyrius und Alexander von Aphrodisias vertreten wird. Getragen wird das aber alles von einer Methode der aristotelischen Logik als eines formalen Organons der Dogmatik ganz in dem Stil der christlichen Theologen. Die Eingottlehre, die ja bei den Mohammedanern von scharfer Strenge ist, wird darum in dieser Philosophie aufs genaueste mit den feinsten metaphysischen Mitteln des Aristoteles gestützt, wobei aber noch dazu kommt, daß auch Naturwissenschaft und Heilkunde mit in den Kreis dieser Ideengänge hereingezogen wird. Vor allem stehen also die Fragen nach dem Wesen der Materie, das Stoffproblem, die Lehren vom Ursprung der Welt und von der Art der Seele, Erkenntnistheoretisches u. a. in dem Vordergrund der arabischen Philosophie. Avicenna oder Ibn Sina, der Kündler eines ziemlich reinen Aristotelismus, hat auch hier Großes geleistet, was ihm auch die Anerkennung der Scholastiker eintrug. Er war ein Meister der Gruppierung und ein genialer Darsteller im Form- und Denkstil. Alles Dinghafte gehe auf die Materie zurück, aber die Seele komme von dem Geiste, der über uns ist. Die höchste Kraft sei die Vernunft, denn sie scheidet Gut und Böse, Wahrheit und Irrtum. Der Tod sei die Brücke, die die Seele zum Weltgeist führe, mit dem sie sich dann dauernd wieder verbinde. Auf Avicenna (Ibn Sina) folgt als der subjektivste und genialste Nachfolger Ibn Roschd (Averroës 1126—1198), der hervorragende Erklärer des Aristoteles, der ganz im Gegensatz zum christlich-platonischen Dualismus für einen monistischen Naturalismus (Pantheismus) eintritt. Er meint: Alle Philosophie geht auf Aristoteles zurück, und darum ist sie abgeschlossen. Glauben und Wissen sind grundverschiedene Gebiete. Dem Volke soll man Phantasie und Wunder lassen und auch seine alten Religionsformen sollen nicht gesprengt werden. Von hier aus nimmt Ibn Roschds Lehre von der „zweifachen Wahrheit“ ihren Ursprung, eine Theorie, auch von den christlichen Scholastikern weitgehend diskutiert. Für Ibn Roschd ist aber die tiefste und verlässlichste Religion das philosophische Denken über die Dinge, die sind und ihrer bunten Vielfalt der Phänomene; denn Gott = Kosmos und Ordnung des Universums. Seine wirklich innigste Verehrung sei — — die Wissenschaft von dem, was auf ihn zurückgeht. Ibn Roschd ist Naturalist. Welt und Stoff sind ewig, geradeso wie die unermeßliche Vernunft, die das All ausfüllt

und auch Seele und Erkenntnis macht. Die individuellen Unterschiede stellt er in Zweifel, denn es gäbe nur diese eine der gesamten Menschheit gemeinsame tätige Allvernunft, die nur vorübergehend im Menschen wohne.

Trotzdem die großen christlichen Scholastiker des Abendlandes solche Lehrmeinungen vom Standort ihrer kirchlichen Gesinnung nicht teilen konnten, haben sie dennoch diesen arabischen Philosophen — besonders dem Ibn Roschd (Averroës) — das größte Interesse dauernd entgegengebracht. Bis tief in die Zeit des Niederganges der Scholastik hingen sich wissenschaftliche Debatten und dialektische Erörterungen an diese berühmten Namen arabischer Wissenschaft.

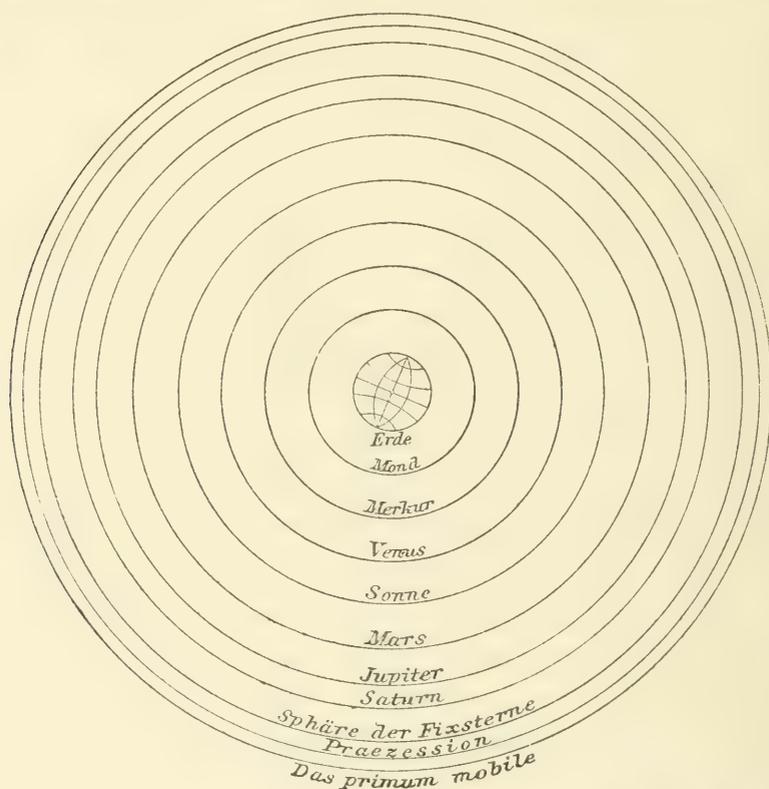
b) Die Ergebnisse der arabischen Naturwissenschaft.

1. Die exakten und beschreibenden Naturwissenschaften (mit Ausschluß der theoretischen und praktischen Chemie).

Die allgemeine Erdkunde erfuhr schon dadurch eine große Förderung, daß Khalif Al Mamun das astronomisch-trigonometrische Werk des Ptolemäus, den „Almagest“ oder Tabrir al magesthi (= die große Zusammenstellung), ins Arabische übersetzen ließ. Nach diesen Berechnungen erfolgte eine Gradmessung in Mesopotamien. Ptolemäus galt überhaupt als Dogma und war die Grundlage der gesamten mathematischen Geographie dieses Volkes, wenn auch ein Mann wie Ibn Roschd an diesen Theorien zweifelte. Inhaltsreiche Berichte von Reisenden und Geographen, die Morgen- und Abendland — auch deutsche Städte — durchwanderten, sind uns erhalten, die in Fülle auch topographisches und klimatologisches Material bringen. Mainz, Fulda, Schleswig u. a. wurden von arabischen Geographen beschrieben. Am bekanntesten sind hier z. B. die originellen Aufzeichnungen des Makdisi (um 985), von deren Eigenart hier eine farbenreiche Probe künden möchte: „Ich habe Suppe mit den Sufis, Brei mit den Mönchen und Schiffskost mit den Matrosen gegessen. Ich ging mit den Einsiedlern des Libanon um und dann lebte ich wieder am fürstlichen Hofe. Kriege habe ich mitgemacht, war Gefangener und wurde als Spion in den Kerker geworfen. Mächtige Fürsten gaben mir Gehör, dann schloß ich mich wieder einer Räuberbande an oder saß als Kleinhändler auf dem Markte. Viel Ehren und Ansehen genoß ich, aber ebenso mußte ich Schimpfworte hören und mich erniedrigen.“ . . . Von den ersten geographischen Handbüchern sei das allerdings sehr lückenhafte Buch von Al-Istabhri (um 850) genannt, das aber noch stark von den ptolemäischen Geographen beeinflusst ist. In diesem, wie auch in den meisten arabischen Werken dieser Art steht

besonders die Bestimmung der einzelnen Erdpunkte nach Länge und Breite im Vordergrund, wobei allerdings immer Ptolemäus herangezogen wird. Als ersten Meridian bestimmte man seit Arzachel's (oder Zarqalas 1073) Tagen den, der genau westlich von Bagdad lief. Er hieß der „Meridian von Arin“. Auf Biruni († 1038) geht die Wiedererkennung der Halbinselgestalt Vorderindiens zurück, die Ptolemäus nicht kennt. Uebrigens haben auch arabische Geographen und Seefahrer recht gründliche Kenntnisse auf dem Gebiet der Wetterkunde gehabt, wenn auch hier das Grundlegende antikes Erbe war. Aber sehr gut kannten sie das Spiel der Halbjahrwinde u. a. Ibn Batuta durchquerte weite Gebiete arabischer Kultur und kam auch nach Spanien, Afrika, China und Indien. Von Jakut († 1229) stammt ein wertvolles geographisches Lexikon und von Abulfida eine Art Lehrbuch der Geographie, das die Länder nach klimatologischen Gesichtspunkten ordnet und die Städte nach Länge und Breite. Die Landkartenkunst war dort nicht unbedeutend, wo man nach der Methode des antiken Geographen Marinus von Tyrus verfuhr, d. h. indem man die Erde in Klimate und diese dann von Ost nach West in zehn Längsabschnitte teilte. Das herrliche Werk Idrisi's (oder Edrisi), eine silberne Erdscheibe, der berühmte silberne Himmelsglobus, wie auch sein geschätztes geographisches Handbuch (1154) geben Zeugnis davon, was die Araber auch auf diesen technischen Gebieten zu leisten imstande waren. Von großem Erfolge waren auch die Forschungsreisen Abu Suleimans bis nach Indien und China, die reiche botanische und zoologische Ausbeute brachten. Auf Albiruni, diesen feinsinnigen Geographen, geht der Gedanke zurück, daß die Größe der Erdkugel durch rein terrestrische Messungen (bzw. der Depression des Horizontes) zu bestimmen sei. Derselbe hat auch Vorder- und Hinterindien bereist und Wertvolles erschlossen und dabei jene Tatsache das erstemal beobachtet, die man den physiographischen Gegensatz von gewöhnlichen Inseln und Korallenriffen — Lakkediven und Malediven — nennt. Freilich vieles aus dieser geographischen Literatur, wenn man vielleicht von der mathematisch-geographischen absieht, ist wieder echtteste Phantasiedichtung und Wunderkosmographie (die Bücher der „Lauteren Brüder“-Sekte, des Demitschki und Kazwini u. a.). Und doch wie bedeutend ist das Verdienst der arabischen Geographie für die Produktenkunde gewesen! Das gilt vor allem vom Pflanzenkatalog des Ibn Al Baithar und vom Edelsteinbuch des Bajlak (1242). Uebrigens die letztere Schrift spricht auch schon von der Nordrichtung magnetischer Nadeln. Die Erfindung des Kompasses ist aber gewiß eine uralte chinesische Erfindung, die man schon früh in der Form des „magnetischen Wagen“ (Südweiser) kannte. Auf Alkindi soll ein Traktat „Von Ebbe und Flut“ zurückgehen.

Wie schon hervorgehoben wurde, galt dem Mittelalter und auch der arabischen Astronomie das ptolemäische Weltssystem als Auktorität. Dargestellt wurde es gewöhnlich so, daß man um die Erde als Körper im Zentrum zehn konzentrische Kreise zog, von denen die sieben innersten der Reihe nach die Sphären der sieben Planeten, Mond, Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn vorstellen¹⁾. Die Fixsterne werden von der achten Sphäre getragen und der neunten kommt die Präzession zu. Die zehnte Sphäre ist das *primum mobile* und verursacht die tägliche Bewegung des Ganzen. Die Darstellung war meist folgendermaßen:



(Aus Oppenheim, Das astronomische Weltbild. Teubner, Leipzig.)

Allerdings gab es auch Gelehrte, die reale Sphären (Kreise oder Räder) annahmen, auf denen, nach ihrer Meinung, die Mittelpunkte der Epizyklen sich wie Räder in Furchen bewegen. Auch die Araber nahmen also eine zentrale, ruhende Erde, den sphärisch gewölbten Himmel und die epizyklische Bewegung der Planeten an. Sie bekannten

¹⁾ Die Zeichen der sieben Planeten sind auch hier:

☾	= Mond,	Umlaufzeit	$\frac{1}{12}$ Jahr
☿	= Merkur,	"	$\frac{1}{4}$ "
♀	= Venus,	"	$\frac{2}{3}$ "
☼	= Sonne,	"	1 "
♂	= Mars,	"	2 Jahre
♃	= Jupiter,	"	12 "
♄	= Saturn	"	30 "

sich ausdrücklich zur astronomischen Lehre des Ptolemäus. Die Gradmessungen zur Bestimmung der Größe der Erde, die unter dem Khalifen Al Mamun (827) unternommen wurden, sind geschichtlich nicht unbedeutend. Man fand als Grادلänge 56, eine andere Messung ergab $56\frac{2}{3}$ arabische Meilen. Nach der zweiten Berechnung ergab sich nun als Erdumfangszahl: 20409 arabische Meilen. Freilich ist uns die Maßeinheit für die Berechnungen unbekannt. Auch bestimmte man damals recht genau die Schiefe der Ekliptik und zwar war der gefundene Wert $23^{\circ} 35'$. Die heutige Zahl ist $23^{\circ} 27'$. Bekanntlich beträgt die Aenderung in einem Jahrhundert etwa $50''$. Um diesen Betrag nimmt jetzt die Schiefe ab. Ein großes Verdienst arabischer Astronomie war das Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde von Abul Hassan Ali (Ende des XI. Jahrhunderts), von dem wir auch ein Sternverzeichnis besitzen. Ein solches — allerdings noch viel vollständiger — rührt von Abdalrahman Al Sufi (903—986) her, das besonders darum wertvoll ist, weil es sich um die Berechnung der Größenbestimmung der einzelnen Sterne bemüht. Auch der Sternkatalog des Ulug Begh gehört als ein auf eigenen reichen Beobachtungen beruhendes Werk zu den originalen Leistungen der arabischen Astronomie. In Blüte standen auch Sterndeutekunst und Chronologie, und vor allem die damalige mathematische Liebhaberei, die sogenannte Gnomonik (Sonnenuhrkunde), die berühmt wurde. Der größte Gelehrte auf dem Gebiete der arabischen Astronomie ist wohl Albategnius († 929), dem man eine kritische Durcharbeitung und verschiedene Korrekturen des ptolemäischen Systems verdankt. Auch entdeckte er ganz unbeeinflusst die Bewegung des Sonnenapogäums (Aphelium der Erdbahn). Den „Almagest“ (Tabrir al magesthi) des Ptolemäus erhob er zum offiziellen Handbuch der arabischen Sternenkunde. Abul Wafa (939—998) hat sich an Albategnius gebildet und ist vielleicht der Entdecker der sogenannten Variation (Mondungleichheit). Manche nehmen freilich noch an, diese Beobachtung rühre von Tycho Brahe her. Ibn Junos († 1088) knüpft in seinen Hakemitischen Tafeln vielfach an Abul Wafa an. Er soll als erster das Pendel zur Zeitmessung verwendet haben. Der arabische Spanier Arzachel ist dadurch von nicht geringer Bedeutung, daß er die Lösungsmethoden sphärischer Probleme mittels des ptolemäischen Planisphärs (= stereographische Abbildung der Himmelskugel) außerordentlich feiner auszubauen verstand. Im Abendland hatte Alfons X. von Kastilien (zwischen 1267 und 1272) der arabischen Astronomie festen Boden gegeben und berief neben jüdischen und christlichen Forschern insbesondere Araber. Unter der Anweisung des Isaak ben Said Hassan wurden neue Planetentafeln ausgearbeitet und die numerischen Angaben des Almagest oder die Bahnelemente der Planeten verbessert. Neue Entdeckungen der Araber halfen

hierzu: z. B. die neu beobachteten Variationen in den Bewegungen der Planeten, in der Sonnenbewegung die Drehung der Apsidenlinie, die Präzession bei der täglichen Drehung der Fixsternsphäre und die Trepidation, d. i. ihre vermeintliche Unregelmäßigkeit. Vollständig andere Berechnungen ergaben sich aus diesen Reformen, wenn auch der Stil und die Weise des Ptolemäus in diesen „Alfonsinischen Tafeln“ beibehalten wurden. Sie galten bis auf Koppernik und sind sozusagen der Ausklang arabischer Sternwissenschaft. Fast zu gleicher Zeit entstanden im Orient (Sternwarte zu Meragah) die sogenannten „Ilchanischen Stern tafeln“, die im Wesen von Nassir-Eddin (1201—1274) stammen und der auch gründliche Beobachtungen zur Bestimmung der Präzession anstellte. Es ergab sich ihm für diese 1° in 70 Jahren oder $51''$ in 1 Jahre. Auch die neue Zeit nimmt noch diesen Wert an. Erwähnt seien auch die Tabellen des Mahmud Al Gagmini, die zur Abgrenzung der Erdklimate nach der Dauer des längsten Tages dienen.

Die Araber benutzten auch eine Reihe wichtiger astronomischer Meßwerkzeuge: einfache Himmelsgloben, Scheibeninstrumente in Form von Quadranten, Beobachtungsapparate allerlei Art. Man kennt ein Astrolabium aus dem Jahre 1208, das auch zu richtigen Höhenmessungen dienen konnte. In wesentlicher Aenderung erhielt sich das Prinzip desselben bis ins vorige Jahrhundert. Bekanntlich dienten solche Apparate zum Ausmessen der Sonnen- und Sternenhöhe. Auf dem Astrolabium sind die Kreise der Himmelskugel in ebener Fläche dargestellt. Viele Beobachtungsinstrumente sind von Ptolemäus entlehnt (z. B. ein Mauerquadrant für Höhenmessungen im Meridian, dann ein fest aufgestellter Kreis mit zwei Visieren an einer Alidade, für die Sonne ein primitiver senkrechter Gnomon, dessen Höhe und Schattenlänge zu messen sind, die Armillensphäre oder das Astrolabium des Ptolemäus, die feststehende Aequatorial[= Aequinoktial-]armille, das parallaktische Lineal, ein Instrument zum Messen des Monddurchmessers, das aber nichts anderes als der Stab des Hipparch ist). Arabisches Eigengut sind vor allem die Erfindungen des Mouveyad al-Oredhi (lebte um 1250 in Meragah): ein Altazimut, das ermöglichte, zur selben Zeit die Höhen und Azimute zweier Sterne und damit ihren Abstand zu finden; eine etwas veränderte Konstruktion des parallaktischen Lineals; ein Meßwerkzeug, welches ohne jede Beschreibung die Sinus und Sinusversus anzeigte u. a. Arabische Erfindung sind auch der sogenannte „Sextant“, der einen großen Lochgnomon für Höhenmessungen vorstellt, weiter kunstvolle Räderuhren, eine Art einfachen Theodoliten und Meßapparat zur Bestimmung von Breiten- und Längenunterschieden, wie auch Deklinationen und Rektaszensionsunterschieden. Diese Erfindung geht auf den spanischen Gâbir ben Aflah zurück.

Von Bedeutung ist besonders die Physik der Araber, und hier vor allem wieder ihre großen Leistungen auf dem Gebiete der Optik. Es ist ein Verdienst des genialen Gelehrten Ibn al Haitam († 1038, oder bei den Lateinern schon früh als Alhazen bekannt), diese Kenntnisse in seinen Schriften niedergelegt zu haben, die dann auch auf das Abendland (insbesondere auf den größten mittelalterlichen Physiker des Westens, Roger Bacon, XIII. Jahrhundert) machtvoll einwirkten. Er ging in vielem über die Griechen hinaus. Von ähnlicher Bedeutung war auch das Buch von Al Khâzinî: die „Wage der Weisheit“ (1121). Hier finden sich ziemlich eingehende Bestimmungen des spezifischen Gewichtes von etwa 50 Körpern mittels des Pyknometers und Aräometers¹⁾, Vergleiche mit älteren Versuchen, Untersuchungen in betreff Schwere und Schwerpunkt, über den Gewichtsverlust in der Luft, grundlegende Ansichten über Luftwärme u. a. Albiruni, Al Khâzinî, Abu Mansûr al Nairizî und 'Omar al Chajjâmî u. a. haben die Methoden zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes, wie sie seit Archimedes und Menelaus bekannt waren, eingehend besprochen und mit Zeichnungen illustriert. Es handelt sich bei ihnen vor allem um die „Bestimmung der quantitativen Zusammensetzung von gemischten Körpern“ und um die „Bestimmung des Gehaltes von Legierungen zweier Metalle an diesen“. Ihre verschiedenen Methoden sind: 1. Ermittlung des Verhältnisses der Gewichte gleicher Volumina, 2. das Verhältnis der Gewichte der Körper in Luft und Wasser und 3. die Gewichtsverluste in Wasser. Die Berechnungen waren allerdings oft recht kompliziert. Interessant ist, daß schon Al Khâzinî davon überzeugt ist, daß sehr feinen Wägungen Aenderungen der Temperatur nachzuweisen imstande sind. Auch untersuchte man die Bedingungen für das Gleichgewicht, das Phänomen des Schwimmens, das Prinzip der Schnellwage (Qabbân) u. a. Die arabischen Physiker kannten Wichtiges aus der Mechanik der Hebelverbindungen und wußten diese theoretischen Erkenntnisse gut auf dem Gebiete der Technik zu verwenden. Hierher gehört die Fabrikation von Uhren, Mühlwerken, Wasserrädern, der Bau von hydrotechnischen Anlagen (Staumauern, Inundationsregulierungen u. a.), großangelegte Pläne für Trockenlegungen u. a. m. Der Höhepunkt arabischer Physik, die uns in neuerer Zeit insbesondere E. Wiedemann erschlossen hat, ist die Optik. Auch hier

¹⁾ Aus dem XII. Jahrhundert stammen z. B. folgende arabische Bestimmungen des spezifischen Gewichtes mittels Wage oder Pyknometer. Das Aräometer war ja schon aus der Alexandrinerzeit her bekannt:

Gold	19,05	(neue Bestimmung	19,26)
Blei	11,32	(„ „	11,35)
Seewasser	1,041	(„ „	1,027)
Kupfer	8,66	(„ „	8,85).

war Ibn al Haitam (Alhazen) Klassiker. Schon seine feine anatomische Kenntnis des Auges war für die damalige Zeit bewundernswert und noch heute gebrauchen wir viele seiner Bezeichnungen (Glaskörper, Hornhaut, Netzhaut u. a.), die alle auf ihn zurückgehen. Freilich das Verhältnis von Linse und Netzhaut in seiner Bedeutung für die Entstehung des Bildes hat erst eine spätere Geistesepoche erschlossen. Ibn al Haitam kennt aber genau Reflexion und Brechung, er experimentiert mit ebenen, sphärischen, zylindrischen, konischen, Konkav- und Konvexspiegeln, er untersucht das Wesen des Rotationsparaboloids u. a. Seine Werke, die so nachhaltig auf das ganze spätere Mittelalter (besonders auf Roger Bacon) eingewirkt haben, verdienen ein kurzes Wort. Die größte Schöpfung ist die monumentale Optik, die uns in der Ausgabe von Risner zugänglich ist (*Opticae thesaurus Alhazen arabis libri septem nunc primum editi eiusdem liber de crepusculis et nubium ascensionibus*, Basileae 1573; es gibt aber, wie Narducci nachwies, auch eine ältere, nicht gedruckte, italienische Uebersetzung und eine alte arabische Handschrift in Leiden). Dieses Buch enthält auch die Optik des Witelo, des großen abendländischen Naturforschers des XIII. Jahrhunderts, die meist auf Ibn al Haitam beruht. Die Uebersetzung des Textes aus dem Arabischen rührt von Gerhard von Cremona her und Risner dürfte dieselbe ediert haben. Das ganze Werk zerfällt in sieben Bücher und umfaßt etwa folgende Gebiete: Natur des Lichtes und der Farbe nebst Anatomie des Sehorgans, Sehfunktion und Perzeption, Täuschungen, Reflexion, Refraktion, sieben Spiegelarten, Lage und Vervielfältigung des Bildes u. a. E. Wiedemann hat auch zwei wertvolle Handschriften¹⁾ erschlossen, die die meisten anderen Arbeiten Ibn al Haitams (Alhazens) enthalten. Hier finden sich Abhandlungen über das Licht, die sphärischen und parabolischen Spiegel, über das Licht der Sterne, Brechung des Lichtes, Brennkugel, Brechung durch eine Glaskugel, Farbenlehre, Regenbogen, Schatten und Finsternis. — In der Theorie des Sehens schlossen sich die Araber eigentlich an Aristoteles an, der doch im Gegensatz zu Empedokles u. a. das Licht nicht für etwas Körperliches beziehungsweise bewegtem Körperlichen zwischen Auge und Gegenstand, sondern für eine ἐνέργεια (Tätigkeit) der durchsichtigen Medien hielt. Zwischen Auge und Objekt sei ein durchsichtiges Medium (= Aether, feine Luft, διαφανές), ganz so wie beim Schall die Luft nötig ist, damit sie den Schall fortpflanze. Durch das Licht, das von den Farben des Objektes kommt, wird dieses Aethermedium bewegt und zwar in ähnlicher Weise, wie Luft oder Wasser in Bewegung gesetzt werden kann. Die Mitteilung selbst erfolgt hernach im Auge „wie durch ein Siegel,

¹⁾ In der Bibliothek des Indian Office in London und in der zu Leiden.

das man auf Wachs drückt“. Das eingeprägte Bild ist bei plastischen Eindrücken εἶδος αἰσθητόν. Es handelt sich aber nicht um einen Vorgang in der Zeit, sondern er spielt sich in instanti ab. Soweit Aristoteles. Das Kernhafte seiner Theorie ist, wie gesagt, die Annahme, daß der das Sehen bedingende Vorgang in „einer Einwirkung des Objektes auf das Auge vermittelt des dazwischen liegenden Mediums bestehe“. Die Farben seien die eigentliche Ursache des Sichtbarwerdens der Körper. Was keine Farbe besitze, wie z. B. das Durchsichtige, kann nicht gesehen werden. Das Angeschautete teilt nach Aristoteles seine Eigenschaften dem Sinnesorgane mit. Empfindung, diese also ganz besonders geartete Aenderung im Bewußtseinszustande, ist hier demnach eine Bewegungsart, welche in dem Organ des Anschauenden bereits potentiell Vorhandenes auslöst und ändert und Angeschautetes und Anschauendes unifiziert. Und zwar das erstere nur als stofflose „Form“. — Das sind die Lehren, die dann die Araber übernahmen und im Abendland Roger Baco. Die arabische Optik steht ja ganz auf den Grundlagen dieser antiken Lehren. So vor allem die Sekte der „lauteren Brüder“ im X. Jahrhundert, von denen Dieterici berichtet, „daß sie die Farben und Gestalten der Körper in geistiger Weise mittels der durchsichtigen Körper der Sehkraft zugeführt werden ließen, die in den beiden Augäpfeln ruht“. Die Luft ist das Zuführende. Die beiden Augäpfel sind zwei Spiegel, „durch welche die Bilder zunächst der Sehkraft und von dieser der Vorstellungskraft vermittelt werden“. Die Grundlagen antiker Optik vertritt auch hier einer der größten arabischen Philosophen und Naturforscher, Ibn Sînâ (Avicenna aus Harmaitâ in der Provinz Bôchârâ, 980—1037), der echt aristotelisch und auch genau wie einst Porphyrius annahm, daß die Spezies aller sinnlich wahrnehmbaren Dinge zu den Organen der Wahrnehmung gelangen und sich hier denselben „einprägen“, denn Sinneskraft „erfaßt diese Formen“. Ibn Sînâ bestreitet ausdrücklich die andere (antike) Theorie, die der Ansicht ist, vom Auge träten Strahlen aus. „Es kommen die Formen des Gesehenen zum Auge, indem das Durchsichtige sie wiedergebe.“ Mit besonderer Schärfe hat aber der bereits öfters genannte Ibn al Haitam den Sehvorgang in seinem großen Werk (*Opticae thesaurus*) ganz an der Hand des Aristoteles untersucht und beschrieben. Er sagt: „Das Auge muß gereizt werden durch ein Objekt und zwar mittels der Strahlen, die von den einzelnen Punkten des Objektes ausgehen und auf das Auge treffen. Ein jeder Gegenstand, der vom Lichte getroffen wird, hat nämlich die Fähigkeit, es aufzunehmen und dann geradlinig fortzupflanzen. Die Strahlen fallen senkrecht auf die gewölbte Oberfläche des Auges und gehen ungebrochen durch die verschiedenen kugelförmigen Häute und Feuchtigkeiten bis zum Mittelpunkte des Auges, der mit dem Mittelpunkt der Kristallinse

zusammenfällt. Die Gesamtheit dieser Strahlen bildet eine sogenannte Sehpyramide, deren Spitze der Mittelpunkt des Auges und deren Grundfläche die Oberfläche des Objektes ist.“ Auch hebt Ibn al Haitam hervor, daß ein Abdruck der Bilder auf der Linsenkapsel stattfindet und von dort sich auf die Netzhaut spiegle. Wir werden später sehen, wie der große abendländische Physiker Roger Baco insbesondere hier an Ibn al Haitam anschließt und in erster Linie auch an die Optik der Aristoteliker. Ruhen doch auch meist die physikalischen Kenntnisse der Scholastiker auf einem Untergrund, den die Antike und die Araber geboten haben und vor allem auch — wie Sebastian Vogl nachwies — die Naturforschung des hervorragendsten Vertreters der naturwissenschaftlichen Richtung der mittelalterlichen Scholastik, Roger Baco. Erwähnen möchten wir, daß auch Averroës und Rhazes die aristotelische Sehtheorie vertreten haben. Zu Ibn al Haitams Optik sei noch nachgetragen, daß er auch erkannte, daß der einfallende und der gebrochene Strahl mit dem Einfallslot in einer Ebene liegen. Das war ein Fortschritt gegenüber Ptolemäus, der nur wußte, daß jedem Einfallswinkel ein bestimmter Brechungswinkel entspricht. Auch wies Ibn al Haitam nach, daß das Verhältnis zwischen dem Einfalls- und dem Brechungswinkel nur bei kleinen Werten richtig sei. Interessante astronomische Phänomene weiß er aus den Gesetzen der Spiegelung und Brechung wissenschaftlich zu deuten. Er sagt z. B., die Dämmerung geht auf die Reflexion des Lichtes zurück u. a. Auch seine wertvollen Bestimmungen der Höhe der Atmosphäre macht er vom Standort dieser optischen Erkenntnisse.

Auf dem Gebiete der beschreibenden Naturwissenschaften haben die Araber dadurch verdienstvoll gearbeitet, daß sie vor allem die antiken naturgeschichtlichen beziehungsweise zoologischen und biologischen Werke — die des Aristoteles und des Arztes Klaudios Galenos von Pergamon, dem Zusammenfasser der Biologie des Altertums — durch Uebersetzungen und Bearbeitungen der werdenden Wissenschaft des Abendlandes übermittelten. Nicht ohne Bedeutung ist auch die Tatsache, daß sie diese antiken Tiergeschichten und biologischen Theorien recht interessant mit ihrer Philosophie verquickten. Praktische Ergebnisse für die Zoologie verdankte man den Indien- und Chinareisen des Abu Soleiman, des Edrisi an die Ostküste von Afrika (XII. Jahrhundert) und des Kaswini nach Südasien. Eine bisher unbekannte Fauna lernte man da kennen. Freilich, wesentliche Bereicherung erfuhren die beschreibenden Naturwissenschaften durch die Medizin, die allerdings nicht in den Rahmen dieser Uebersicht gehört und aber doch in diesem Zusammenhang gestreift werden muß. Dem Mittelalter galt eigentlich auch in medizinischen Fragen Galenos als Auktorität. Mehr dialektisch-philosophisch im Grundzug seiner geistigen Eigenart umspannte Klaudios

Galenos von Pergamon (130—198/199 n. Chr.) gleichzeitig Mathematik, Grammatik, erklärte den Platon, Aristoteles, Theophrast und Chrysippus und hat die Philosophie wert gehalten, als den eigentlichsten Inhalt und Schatz der Menschheit, denn sie sei auch Religion. Galenos ist der eigentliche Arzt des Mittelalters und neben Hippokrates überhaupt der größte Arzt der alten Zeit. In ihn münden die Entwicklungen der hippokratischen Heilkunst ein. Zu den vier Prinzipien des Aristoteles (Stoff, Form, Ursache und Zweck) setzt er ein fünftes, das Werkzeug oder Mittel (ὄργανον). Aber immer stellt er seine Anschauungen auf das Geistige, auf das Wirken der Götter und auf die Zweckmäßigkeit. Als Philosoph ist er eklektischer Platoniker und ein Pfadbereiter der neuplatonischen Empfindungen. Es ist daher verständlich, daß diese Denkwege auch auf seine praktische Naturforschung beziehungsweise Heilkunde sich erstreckten und hier nicht gerade vorteilhaft gewirkt haben. Galens Medizin empfängt dadurch bei aller Hervorhebung, daß Pathologie unbedingt auf Anatomie und Physiologie zurückzuführen sei, eine einseitige, dialektische Position. Das Mittelalter und seine teleologische Philosophie stürzten sich mit Begeisterung auf dieses System und gaben ihm dogmatische Bedeutung. Vor allem auch die arabischen Naturforscher und Aerzte. Erst das XVI. und XVII. Jahrhundert haben dieses System bezwungen und dauernd wirkungslos gemacht: Theophrastus Paracelsus¹⁾ durch seine chemisch-therapeutische Heilkunde und physiologisch-pathologische Chemie, Leonardo da Vinci und Andreas Vesalius als Anatomen und William Harvey als Entdecker des Blutkreislaufes.

Trotz aller Irrtümer zielt das galenische System (τέχνη ἰατρική, ars medica) auf die Umgestaltung der gesamten Medizin in exakte Naturforschung. Die Therapie sollte aus der Kenntnis der Krankheit und aus der Einsicht in die Wirksamkeit der Heilmittel abgeleitet werden. Freilich geschah das alles auf teleologischer Grundlage, denn der Körper sei — wie Galenos meinte — nach dem Vernunftplane des höchsten Wesens geschaffen und die ganze Anlage der Organe richte sich nach präexistierenden Zwecken. Leben sei der Inbegriff aller Funktionen. Das verbreitetste medizinische Buch Galens, das in der Hand eines jeden Arztes war, ist die ars parva (μικροτέχνη). Neben diesem knappen Kompendium benutzte man die μακροτέχνη (θεραπευτικὴ μέθοδος). Seine biologische Grundauffassung, die auch dann viele Araber teilen, ist: wo Leben ist, da muß auch Pneuma (πνεῦμα) sein. Also eine Art Lebensgeist, wie ihn schon Hippokrates annahm. Galenos unterschied πνεῦμα

¹⁾ Vgl. Franz Strunz, Theophrastus Paracelsus. Leipzig und Jena 1903/04. Bd. I—III. Verlag von Eugen Diederichs. — Von demselben, Johann Baptist von Helmont (1577—1644). Leipzig und Wien 1907. Verlag F. Deuticke.

ψυχικόν, das im Hirn seinen Sitz hat und von da Empfindung und Bewegung verursacht, das πνεῦμα ζωτικόν im Herzen und in den Arterien, das Blutbewegung, Wärmeverteilung und -ausgleich regelt, und endlich das πνεῦμα φυσικόν in der Leber, welches für die Blutbereitung, Ernährung und den Stoffumsatz in Betracht kommt. Aber stets ist es dasselbe πνεῦμα, nur besitzt es an den drei genannten Zentren verschiedene Spezialkräfte (Anziehung, Entleerung und Verarbeitung = virtus attractiva, virtus expulsiva und virtus digestiva). Ueber diesen Kräften steht eine Totalkraft, die sich auf die ganzen Gebiete eines Organs (tota substantia) erstreckt und nicht allein auf die vier Elemente. Die drei Hauptorgane sind Leber, Herz und Gehirn. Den vier Elementen (Feuer, Wasser, Luft und Erde) beziehungsweise den vier ersten Qualitäten (das Warme, Kalte, Feuchte und Trockene) entsprechen die vier Kardinalkräfte Blut, Schleim, gelbe und schwarze Galle. Es gibt zwischen Makrokosmos und Mikrokosmos einen Wechselbezug — ein uralter, aus dem Orient kommender Gedanke, der auch im Mittelalter seine schicksalsreiche Geschichte hat und auf jene „prästabilisierte Harmonie“ weist, daß alle irdischen Dinge und alles irdische Geschehen in himmlischen Vorbildern vorgezeichnet seien. — Nach Galenos ist der Mensch gesund, bei dem die Symmetrie der Körperbeschaffenheit, die normale Mischung der Grundbestandteile und ihrer Qualitäten erhalten ist, denn Funktionsstörung sei Krankheit. Diese Störung gebe es nicht ohne organische Läsion. Das ist die Grundlage der galenischen Pathologie und Diagnostik. . . . An Säugetieren, besonders Schweinen und Affen, studierten Galenos und seine mittelalterlichen Nachfolger Anatomie. Er beobachtete Blutbereitungsteile, Zufuhr der Nahrung, Ausscheidung des Unbrauchbaren, Partien des Körpers, die das πνεῦμα aufnehmen und verbreiten, weiter Nerven-, Muskel- und Knochensystem. Galenos kennt und beschreibt Knorpel, Bänder, Periost, Markhaut und mannigfache Knochenmechanismen. Letztere boten Betrachtungen und sogenannte Beweise für seine Teleologie. Wertvoller sind Galenos' Ansichten über Kau-, Rücken- und Halsmuskeln, über die Achillessehne und Wadenmuskeln u. a. Das Ochsenhirn hat er beschrieben und harte (μῆνιγξις παχῆα oder δερματώδης) und weiche (μῆνιγξις λεπτή) Hirnhaut unterschieden. Er kennt dreizehn Gehirnteile, sieben Gehirnnervenpaare und unterscheidet auch zwischen motorisch und sensibel. Als Physiologe ist Galenos akuter Teleologe und Didaktiker, indem er ganz einseitig den Körper als Diener der Seele sieht und auch dessen gesamte Lebensäußerung darauf abzwecken zu müssen glaubt. So auch seine biologische Systematik. Das führte zu den weitgehendsten Irrtümern und wunderlichsten Schlüssen. Besonders die mittelalterliche Naturansicht, soweit sie einseitig orthodox war, hat sich diese Gelegenheit für die Verstärkung und Steige-

rung ihrer komplizierten Beweise nicht entgehen lassen. Auch die arabischen Naturforscher und Aerzte bauen immer und immer wieder auf Galenos ihre Biologie und Medizin. Sogar seine Lehre von der Seele gerät nicht in Vergessenheit. Sie ist die *ψυχὴ λογιστικὴ* und mit Empfindung und Bewußtsein ausgestattet. Ihr Sitz ist der vordere Lappen des Gehirns, welches keine Drüse ist. Hier hätte man auch den Ursprung des *πνεῦμα* zu suchen.

Wie schon gesagt wurde, ist die galenische Naturbetrachtung und Biologie der Schlüssel für die Medizin des Mittelalters, die ja eigentlich im Wesen der Sache nicht viel weiter kam und nur Umarbeitungen, Kommentare, redaktionelle Versuche und literarkritische Uebersichten bot. Galenos war ein genialer Zusammenfasser. Die byzantinischen Aerzte (IV.—XIII. Jahrhundert) haben dann diese Sammlerarbeit fortgesetzt (z. B. Oreibaseios, Aetius, Alexander von Tralles, Paulus von Aegina u. a.), die dann in der Medizin der Araber ihren Höhepunkt erreichte. Diese stehen allerdings ebenfalls ganz auf griechischer Basis. Ihre Uebersetzungstätigkeit fördert die Verbreitung aristotelischer und galenischer Schriften. Im Laufe der Zeit bringen sie an das antike Erbe auch manch Eigenes heran, was dann alles in dem vorzüglich angelegten medizinischen „Kanon“ des Ibn Sina (Avicenna, 980—1037), des genialen Systematikers, als harmonisches Ganze verarbeitet wird. Der „Kanon“ wurde das eigentliche Schulbuch der arabischen Medizin. Bald blühten auch berühmte medizinische Schulen, die allerdings vielfach von Fremden und Flüchtlingen mitbegründet wurden. Hier haben besonders die Nestorianer (syrische Christen), die vor dem Fanatismus Justinians I. aus Alexandrien und Athen geflohen sind, segensreich gewirkt. Die hochangesehene medizinische Akademie von Dschondisapor geht auf sie zurück. Von berühmten arabischen Vertretern der Heilkunde seien genannt: die Familie der Bachtischuas (Bogd Jesu = Knechte Jesu), Dschibrail, Honein ben Isaq (einer der ältesten Galenosübersetzer), Al-Kindi (800—870), Rhazes (Verfasser des „Continens“ und der ersten klassischen Schrift über variola und morbilli), Isaq Judaeus, Ali Abbas, Abulkasim (der Hauptvertreter der Chirurgie), Ibn Sina, Ali ben Isa (der begabte Ophthalmologe), Ibn Rošd (Averroes, 1126 bis 1198, der Verfasser der berühmten Enzyklopädie „Colliget“), Maimuni (1135—1208, ein feinsinniger und selbständig denkender Kopf, Verfasser eines wertvollen Buches über Toxikologie), Ibn el Beithar († 1248, der Repräsentant der arabischen Pharmakologie), Ibn Abu Oseibia (1203 bis 1273, hervorragend als Geschichtsforscher auf dem Gebiet der Entwicklung der Medizin) u. a. Wenn man die Verdienste dieser wissenschaftlichen Bemühungen zusammenfassen wollte, so liegen sie wohl darin, daß die Araber die griechische Medizin erhalten und verbreitet haben

und vor allem auch segensreich auf dem Gebiet der Diätetik wirkten. Ihre nicht unbedeutende Vertrautheit mit der chemischen Heilmittellehre und medikamentösen Praxis soll im Kapitel über die Chemie zur Sprache kommen, wo auch der arabischen Mineralogen kurz gedacht wird. In der Anatomie schlossen sich die arabischen Gelehrten ebenfalls an die griechischen beziehungsweise byzantinischen Lehren an und führen in buntfarbiger Vielfalt die Kenntnisse des Galenos fort. Immer wieder wurden Kommentare, Uebearbeitungen, Zusammenfassungen, redaktionelle Beigaben u. a. geschrieben, die eigentlich nur wenig Neues brachten. Interessant ist die Tatsache, daß auch die Araber sich mit Embryologie beschäftigten. Gewiß geht auf Ibn Sina (Avicenna) u. a. die später oft erwogene Lehre zurück, die annimmt, daß bei der Entstehung des Embryos ganz im Anfang drei Bläschen (*vesiculae*) erscheinen, welche dann später im Gang der Entwicklung sich zu den drei Hauptorganen (Leber, Herz und Gehirn) heranbilden. Zweifelsohne hat aber diese Theorie ihre eigentliche Wurzel in Galenos, der ja die gleiche Lehre von den drei Hauptorganen entwickelt. Sie blieb lange lebendig und noch im XVII. Jahrhundert taucht sie in der naturwissenschaftlichen und medizinischen Literatur auf. Albertus Magnus hat sie vertreten, dann später die beiden Riolan, Forscher wie Paré, Rocheus, Du Laurens, und — wie neuerdings Bruno Bloch meint — das letzte Mal die *Genesis Microcosmi* des Anton Deusing (Amsterdam 1665). Auch hier sieht man, wie doch die arabische Wissenschaft eine wertvolle Ueberträgerin geworden ist und wie sogar noch Riolan der Jüngere in seiner 1649 erschienenen *Anthropographie* (lib. VI de foetu humano, c. 6) eine Entwicklungsgeschichte vorträgt, die direkt auf Ibn Sina zurückgeht. An embryologischer Literatur der Araber hat es auch nicht gefehlt. Honein ben Isaq übersetzte mehrere Partien aus der hippokratischen Schrift *περὶ γονῆς* ins Arabische, Hobeisch ben-el-Hasan ist der Uebersetzer der galenischen Schrift vom Samen, Tabit ben Korra (836 bis 901) oder Thebites aus Harrân in Mesopotamien war der Autor der Schrift „*De foetus generatione*“, Arib ben Said el Katib schrieb ebenfalls über die Entstehung des Fötus; berühmt sind hier auch Ibn Sinas Schriften, dann 'Ali ben el-'Abbâs (Haly Abbas), dessen Werk *Konstantin von Afrika* (*liber pantegni*) übersetzte. Diese Uebertragung hat übrigens Vincenz von Beauvais im 31. Buche des „*Speculum naturale*“ oft benutzt.

2. Die theoretische und praktische Chemie. (Mit Berücksichtigung ihrer allmählichen Entwicklung aus dem Spätaltertum und dem Frühmittelalter.)

Es sind vor allem drei antike Probleme von der späteren Chemie und Alchemie übernommen worden: 1. die Idee von der Urmaterie

(Platon), 2. die Idee von der Transmutation (Verwandlungsfähigkeit der Metalle, wobei besonders an Aristoteles angeknüpft wurde) und 3. die Idee des „Mercurius der Philosophen“. Wenn auch erst Aristoteles den Gedanken von der Umwandlung der Elemente und somit auch der Metalle tiefgehend ausführt, so hat ihn doch auch Platon ausgesprochen, als er die eigentliche Urmaterie als das gemeinsame Substrat (*materia prima*) aller Elemente und ihrer Zusammensetzungen annimmt. Das eine ist in das andere wandelbar. Wenn die Natur das Gold aus anderen Metallen entstehen lassen kann, so kann das auch der Mensch. Es gibt eine unaufhörliche gegenseitige Umwandlung der Elemente. Dann berührt auch Platon die uralte orientalische Idee: die Metalle stehen zu bestimmten Planeten in gewissen Beziehungen. Merkur ist die Urmaterie. Die alexandrinischen Alchemisten, die Araber und ihre naturforschenden Nachfolger im Abendland, haben dann diese Idee von der Urmaterie weiter ausgebaut und den dogmatischen Lehrsatz geprägt: alle Körper der Natur leiten sich von der Urmaterie, d. i. dem „Mercur der Philosophen“ ab. Unter „Mercur“ verstand man das Quecksilber, weil dieses infolge seiner auffallenden chemisch-physikalischen Beschaffenheit als etwas Wunderbares und Ueberirdisches schon frühzeitig im Mittelpunkt eines phantastischen Interesses stand, ähnlich wie einst in Aegypten das Blei und seine Verbindungen, die man unter den Sammelnamen „Osiris“ zusammenfaßte. Hierzu kommen Platons Lehre von der Verwandtschaft der Aehnlichen und die vom Kreislauf der Elemente. Bis tief ins Mittelalter und in die Neuzeit sogar sagt man in Alchemisten- und Naturforscherkreisen, daß „Gleiches das Gleiche sucht, Gleiches das Gleiche anzieht“. Der unendliche Kreislauf und endlose Zusammenhang der Elemente und das Strömen „von unten nach oben und von oben nach unten“ fand im Symbol des „Reifens“ oder des „Ringes des Plato“ (*annulus Platonis*) beziehungsweise in der „Kette magnetischer Ringe“, in der „goldenen Kette des Zeus“, in der „*Catena aurea Homeri*“, im „*Superius et inferius Hermetis*“ (= das hermetische Oben und Unten) seinen Ausdruck. Noch die Rosenkreuzer des XVIII. Jahrhunderts und sogar auch Schiller und Goethe bedienen sich dieser Bilder, um den allgemeinen Zusammenhang und endlosen Kreislauf der Natur und des Weltalls auszudrücken. Aber namentlich auch Zosimos, Synesios, Aeneas von Gaza, Stephanos, Pelagius haben besonders an Platon angeknüpft und die Verbindung mit dem theoretischen Weltbild der mittelalterlichen Alchemie hergestellt.

Die arabische Alchemie ist aber nicht zu verstehen, wenn man nicht auch eine weitere Autorität in Betracht zieht, die auch hier richtunggebend und vorbildlich war: Aristoteles. Hat er doch der damals bereits praktisch geübten Alchemie eine rationale Grundlage gegeben, die auch

fürs ganze Mittelalter galt. Er ersann die Lehre von der aufsteigenden Umformung der Energien, er rückte die empedokleische Doktrin in eine neue Beleuchtung und gab dieser alten Naturbetrachtung die Signatur. Er nahm an, daß fünf elementare Stoffe, Aether, Feuer, Luft, Wasser und Erde ihren Eigenschaften entsprechend im Weltganzen verteilt seien und — mit Ausnahme des Aethers — einerseits in allen Körpern sich gemischt vorfinden, andererseits wechselseitig ineinander übergehen könnten. Und zwar immer in den elementaren Gegensatz erfolge dieser Uebergang: also Erde in Luft, Wasser in Feuer. Aus dieser Theorie der Verwandlungsfähigkeit der Elemente entwickelte sich dann eine Lehre von der Transmutation oder Transelementation (so nannte man sie später), die auch auf die Körper und besonders auf die Metalle übertragen wurde. Platon hatte von Aenderungen in der Konfiguration gesprochen, Aristoteles glaubt an eine Umwandlung der Elemente, an qualitative oder Ineinanderverwandlung, er nimmt nicht Druck und Stoß als Voraussetzung an, sondern innere Wesenveränderung und chemische Verbindung. Nicht äußeres synthetisches Aufbauen meint er bei seiner Transmutation, sondern eine Mischung von Stoffen, in welcher sie keineswegs mehr in ihren früheren Eigenschaften vorhanden bleiben, sondern überhaupt neue Stoffe geworden sind. Das ist echt alchemistisch. Alles Werden geht aber in Gegensätzen vor sich. Die *γένεσις* (*generatio*) ist die Entwicklung oder das Werden eines Elementes aus einem anderen. *Corruptio unius est generatio alterius* sagen dann später die Scholastiker und ihre großen Alchemisten (z. B. Thomas von Aquino, *De nat. mat.* c. 1 u. a.). Schon mit Aristoteles beginnt demnach eine neue Entwicklungsstufe der Elementarlehre und erhebt eine Fülle neuer Gedanken zur Bedeutsamkeit: das Prinzip der qualitativen Stoffveränderung, den Mischungsbegriff und die Vorstellung von einer durch Zusatz bestimmter Qualitäten hervorgerufenen „Metalltransmutation“ (Transelementation); dazu kommen die vier Arten der Bewegung (substantiell, quantitativ, qualitativ und räumlich). Verankert aber ist dies alles in einer erstaunlich konsequenten Annahme einer Ueberführung des Potentiellen zum Aktuellen, die doch im letzten Grunde eine aufsteigende Umformung der Energien ist. Denn allem Natürlichen liegt die Bewegung als Beherrschendes zugrunde, die Aktualisierung des Möglichen. Bewegung ist „Tatwirklichkeit“ im Werden, oder der sich entwickelnde, im Augenblick des Werdens betrachtete „unfertige Akt“: *ἡ τε κίνησις ἐνέργεια μὲν τις εἶναι δοκεῖ, ἀτελής δέ*. Die Möglichkeit der Metallverwandlung und -erzeugung glaubte Aristoteles an dem Beispiele von der Wechselwirkung von Zinn und Kupfer darzutun und zwar in seiner Schrift *περὶ γένεσεως καὶ φθορᾶς* (*De generatione et corruptione*). Das ist durchaus einer späteren alchemistischen Erklärung entsprechend und bringt das

wichtige Moment der qualitativen Einwirkung in Bezugnahme auf eine durch Zusatz bestimmter Qualitäten hervorgerufene Metalltransmutation. Von hier aus leiteten sich dann später — durch die Naturbetrachtung des abblühenden Altertums und des Frühmittelalters beeinflusst — die berühmten Probleme ab: Ist unedles Metall in edles wandelbar? Gibt es ein chemisches Präparat (sei es nun ein Liquidum oder fester Körper), wodurch andere Metalle in echtes und beständiges Gold verwandelt werden können? Hat ein solcher „mercurius philosophorum“, „Stein der Weisen“, die „rote Tinktur“, „das „große Magisterium“, „große Elixier“ oder wie man es sonst noch nannte, nicht nur das Vermögen, Gold zu „tingieren“, sondern auch als eine Wunderarznei, als eine Panacee des Lebens zu wirken? Gibt es solche Mittel, das Leben zu verlängern und es zu verjüngen? Die inneren Bedingungen dieser Doktrin lagen freilich auf dem Wege der Praxis, und die aristotelische Fassung stellt in einer gewissen Beziehung nur den theoretischen Ausklang vor. Die Geschichte der antiken Metallurgie — insbesondere der Bronzedarstellung — weist auf weit zurückliegende Zeiten. Schon um 2500 v. Chr. kannte man Bronze. Diese „theorielose Alchemie“ war der Ausdruck eines instinktiven Triebes nach Erzeugung von Edelmetallen. Legierungsverfahren und Metallfärbung führen die alchemistische Praxis herauf. Gewiß dürfte Aristoteles der erste sein, der diese praktischen Interessen theoretisch und zwar philosophisch unterbaut hat. Von hier aus strömten dann die akut alchemistischen Begriffe — in den buntesten Aus- und Umgestaltungen — über Stoizismus, Epikureismus und Skeptizismus in die religiös interessierten synkretistischen Systeme beziehungsweise in die griechisch-alexandrinische Wissenschaft, an die dann die syrischen und byzantinischen Alchemisten anschließen. Besonders die syrischen Gelehrten sind dann die Lehrmeister für die spätere arabische Alchemie, welche die Idee der alexandrinischen Naturforschung erweitert und vertieft. Im XII. und XIII. Jahrhundert übernimmt das Abendland das Erbe, indem sich in Spanien arabische und christliche Kulturkreise berühren. So etwa möchte man die Entwicklung vorläufig im Schema festhalten.

Diese nacharistotelische Fortbildung und eigentliche Blütezeit soll nun im folgenden genauer ausgeführt werden: Die Abblüte des römischen Reiches besaß bereits eine hochentwickelte chemische Technik und auch alchemistische Praxis, die vielfach dem alten Orient entlehnt war. Durch das römische Gewerbe finden dann Technologie und „Goldmacherkunst“ reiche Pflege. Die griechisch-alexandrinische Wissenschaft aber bot der Alchemie den günstigsten Nährboden zu einer starken

Weiterentwicklung. Sie verband griechischen Geist, frühchristliche Philosophie, die Mystik der Gnostiker und den Neuplatonismus mit der uralten ägyptischen chemischen Technik. Die Vorstellung von einer Weltseele und die Idee von einem weltordnenden, lebendigen Prinzip erfuhren Umdeutungen in alchemistischem Sinne: Die Metalle seien belebt und hätten eine Seele, sie seien wie Menschen. Anthropomorphisierungen stellen sich ein. Man sagt: „Alles stammt aus der Einheit; alles ordnet sich in ihr ein, sie erzeugt alles“ (Zosimos). Man formt also die Stoffprobleme Platons und Aristoteles in rein alchemistische Lehren. Die grundlegenden Denker sind: Synesios (IV. Jahrhundert n. Chr.), Zosimos (IV. Jahrhundert n. Chr.), Aeneas von Gaza (V. Jahrhundert n. Chr.), Pelagius, Stephanos (VII. Jahrhundert n. Chr.), Olympiodor (V. Jahrhundert n. Chr.). Immer reichere Ausgestaltung der Lehre vom „mercurius philosophorum“, als Inbegriff aller Modifikationen eines Stoffes, Urmaterie aller Metalle, primäre Materie, der nur die Farbe fehlt, um Gold oder Silber zu werden. Forschen nach Mitteln (Zusätzen) und chemischen Prozessen, welche es möglich machen, den mercurius philosophorum aus unedlen Metallen zu gewinnen und in ihnen die dem Golde entgegengesetzten Eigenschaften verschwinden zu machen. Daran anschließend entwickelte sich die Praxis des Färbens („Tingieren“) durch Substanzen („Stein der Weisen“), die Unedles in Edles verwandeln. Wie bereits gesagt wurde, kannte man schon im alten Aegypten in ähnlichem Sinne das Blei als ein metallisches Substrat oder eine Metallseele von universellem Charakter. Und dies ist der Vorläufer des späteren „mercurius philosophorum“. Als „Osiris“ war das Blei weit berühmt und ebenfalls von religiöser Bedeutsamkeit, wie dieses alchemistische Quecksilber des Spätmittelalters, Mittelalters und der beginnenden Neuzeit. — Auf dem Grunde der griechisch-alexandrinischen Naturforschung und Alchemie bauen die syrischen und byzantinischen Alchemisten weiter. Die syrische Alchemie ist wieder die Grundlage der arabischen Alchemie, welche die Idee der alexandrinischen Naturforschung erweitert und vertieft. Gründliches Studium des Aristoteles und seiner naturwissenschaftlichen Schriften herrscht. Der berühmteste Name dieser Epoche ist der des Naturforschers Dschabir ben Hajjan (Giaber, Geber, wahrscheinlich im VIII. und IX. Jahrhundert). Sein geschichtliches Porträt ist stark verschwommen. Die lateinische Alchemie des XIII. und XIV. Jahrhunderts hat ihn dann durch Legenden zu einer rein mythischen Gestalt gemacht und seinem Namen die Bedeutung eines alchemistischen „Heiligen“ beigelegt. Der echte Dschabir aber bot in seiner Lehre eine stark symbolisierende und okkulte Umarbeitung der aristotelischen Elementenlehre, die aber im Stil des Denkens echt griechisch-alexandrinisch ist. Die bekannten vier Elemente und vier Qualitäten (Wärme, Kälte,

Feuchtigkeit und Trockenheit) werden genau untersucht, und es wird behauptet, daß ihre Kombinationen zu alchemistischen Operationen führen und zur Erzeugung des Goldes. Er meint, der Merkur ist alchemistisch nur wirksam in Gold, Silber, Blei, Kupfer und Eisen. — Ein anderer arabischer Alchemist von großem Rufe war Ibn Sina (Avicenna, 980 bis 1037) mit seiner Schrift „De anima in arte alchimiae“. Er nimmt an: jedes Metall besteht aus zwei Prinzipien, d. s. Mercurius und Sulfur (azenzar, aceiçar, açur oder azur genannt = Farbe des Sulfurs, gelb färbendes Prinzip). Azenzar war bei Ibn Sina und der späteren Alchemie ein vielgebrauchtes und vieldeutiges Wort: Zinnober, das rote Quecksilberoxyd, Kupferoxydul, Mennige, Eisenoxyd, Schwefelantimon und alle metallischen Sulfide und Oxyde, die rot sind. Schon bei diesem Naturforscher wird Mercurius als Träger des metallischen Charakters und Sulfur als der des Brennbaren (Ursache und Veränderung der Metalle im Feuer) deutlich und konsequent bezeichnet. Andere richtunggebende Literaten waren der sogenannte Pseudo-Aristoteles mit der Schrift „De perfecto Magisterio“, Rases (Abu Bekr el Razi), dessen Buch „Lumen luminum“ viel gelesen wurde, und ein anonymes Werk „Liber de Septuaginta“, das aber stark von Dschabir beeinflusst ist. Es vertritt die Lehre von den inneren und äußeren Eigenschaften und von der Transmutation (Transelementation). Der unbekannte Verfasser untersucht hier die sogenannte Nachaußenkehrung der inneren, okkulten Eigenschaften als sichtbare und zieht diese Idee zur Erklärung der Golderzeugung heran. — Im XII. und XIII. Jahrhundert wird die Alchemie im Abendland bekannt, indem arabische und christliche Geisteskultur in Berührung kommen. Charakteristisch für diese Zeit ist die lateinische Uebersetzung der alchemistischen Schriften arabischer Autoren und die Pflege des Aristoteles. So werden auch die drei Grundlehren der alexandrinischen Naturforschung, die einst die Araber übernommen haben, in die abendländische Wissenschaft verpflanzt: die Idee von der Urmaterie, die Idee von der Transmutation der Metalle, und später die Idee vom Mercurius der Philosophen (mercurius philosophorum), der allen natürlichen Körpern zugrunde liegt. In der zweiten Hälfte des XIII. Jahrhunderts tauchen zum ersten Male die bereits erwähnten lateinischen Geber-Fälschungen (Pseudo-Geber) auf, die allerdings nur mit dem Namen auf den echten arabischen Geber (Dschabir; vgl. oben) des VIII. und IX. Jahrhunderts hinweisen. Die Pseudo-Geberschen Schriften finden bis tief in die Neuzeit Nachahmungen. Am berühmtesten und grundlegend war die „Summa perfectionis“ (XIII. Jahrhundert): gründliche Experimentalarbeiten und nüchterne Empirie bei Beobachtung von oft rein chemischen Interessen. Wie gesagt, hat dieses Werk von Pseudo-Geber mit dem echten Dschabir und seinem okkulten System nichts zu tun. Die

Schriften „De investigatione perfectionis“, „De inventione veritatis“, „Liber fornacum“ sind erst im XIV. Jahrhundert entstanden. Auch sie betonen: die Qualität und die quantitativen Verhältnisse des Mercurius und Sulfur bedingen den Charakter des Metalles. Hervorragende Naturforscher und Philosophen standen damals im Dienste der Alchemie: Roger Bacon (XIII. Jahrhundert „Speculum alchemiae“), einer der größten mittelalterlichen Naturforscher und kritischen Gelehrten, dann Albertus Magnus („De mineralibus“), Vincentius von Beauvais („Speculum naturale“), Arnaldus Villanovanus („Rosarium philosophorum“), Thomas von Aquino, Raymundus Lullus u. a.

Aus ägyptischen, babylonischen und israelitisch-jüdischen Kulturkreisen sind also einst die buntfarbigen Bildungselemente und geistigen Kompetenzen hervorgegangen, die dann alle in der griechisch-alexandrinischen Alchemie zusammenströmen. Die Syrer und Araber haben später dieses Wissenskapital und diese Praxis dem christlichen Abendland vermittelt.

Doch kehren wir zur arabischen Chemie beziehungsweise Alchemie zurück.

Die Metalltransmutation hat sie also energisch vertreten, wenn es auch an Zweiflern und Kritikern nicht fehlt. Berühmt als Chemiker und Alchemisten waren Khaled ben Yezid ben Moaouia, († 708, der Schüler eines syrischen Mönches Marianos), der vielbekannte und sagenumspinnene Abou Mousa Djâber ben Hayyân Eç-Çoufy (zwischen dem VIII. u. IX. Jahrhundert, der „Geber“ oder Giaber der Lateiner), Dzou'n-Noun el Misrî, der spanische Astronom u. Mathematiker Abul-Câsim Moslima ben Ahmed el Madschriti († 1007); der geniale Arzt Rhazes oder Rases († 923 oder 932; Er Razi Mohammed ben Zakariya), El Fârabi († 905), Ishaq ben Noçaïr, El-Togrâi († 1122), Amyal-el-Temimi und der neben „Geber“ berühmteste Chemiker und Alchemist, nämlich der große Arzt Ibn Sina († 1037). Auch an hervorragenden Kritikern und Skeptikern auf dem Gebiete der Metalltransmutation hat es nicht gefehlt, die die Veredlung unedler Metalle in edle energisch in Frage stellen: z. B. Ibn Taimïja, Ja'aûb el Kindi und der genannte Ibn Sina. Das Problem von der Metallverwandlung wurde von den Arabern besonders nach zwei Seiten hin erörtert: „entweder sind die Metalle nur in ihren akzidentellen Eigenschaften verschieden oder ihrem Wesen nach.“ Ueber die Ansichten el Kindi's sind wir nur wenig unterrichtet, dagegen sind uns die Ausführungen seines Zeitgenossen el Gâhiz gegen die Möglichkeit der Erzeugung des Goldes erhalten und durch E. Wiedemann zugänglich gemacht worden. . . . 'Abd el Latîf hat gesagt: „Wahrlich, die meisten Menschen sind nur durch die Werke von Ibn Sinâ und die „Alchemie“ elend zugrunde gegangen.“ Oder el Zarchûrî: „Nicht

mögest du durch einen von ihnen (den Alchemisten) ins Elend geraten“. . . . In einer Dresdener Handschrift (Codex 413, fol. 84 v.) wird die Verwandelbarkeit der Metalle dadurch begründet, daß bei allen die Art (el Nan') die gleiche ist und sie sich nur in den Akzidentien wie Farbe, Schwere, Leichtigkeit usw. unterscheiden.

Von den eben besprochenen Alchemisten ist der sogenannte „Geber“ der interessanteste und vielumstrittenste. Ueber ihn einige Worte.

Es war besonders Marcelin Berthelot, der uns die Persönlichkeit dieser mythischen Figur aufhellte und ihre geschichtliche Stellung fixiert hat. Die ihm früher gewidmeten biographischen Notizen, wie wir sie bei den arabischen Literaten finden, lassen seine Persönlichkeit im Dämmerlicht der Sage und des Mythos erscheinen.

Geburt, Abstammung, Schicksale des Lebens sind von Widersprüchen und Zweifel dicht umspinnen. Sein Leben steht im Zwielficht des Volksruhms. Er war nach den Einen aus Thus gebürtig, einer Stadt in der persischen Provinz Kharassan, und ansässig in Kufa am Euphrat in Mesopotamien, während Leo Africanus (Alhasan-ibn-Mohammed-Alwazzan aus Cordova) behauptete, daß er ein zum Islam bekehrter griechischer Christ gewesen sei. Andere Chronisten lassen ihn in Harran, der früheren Hauptstadt der Sabier oder Mandäer, geboren sein, das heißt unter den letzten Bekennern des mythenreichen Sternbilderkultus und der babylonischen Religionen. Aber es gibt, wie die genannte Enzyklopädie Kitab-al-Fihrist behauptet, auch Historiker, die direkt Geber als eine unhistorische Persönlichkeit bezeichnen, die nie existiert habe. . . . Der Zeitpunkt seines Lebens liegt vielleicht beiläufig zwischen dem VIII. und dem IX. Jahrhundert. In der Tat versetzt ihn der Bericht, den ein Anhänger des Khaled davon macht, in den Anfang des VIII. Jahrhunderts, während andere Historiker und Chronisten ihn zu der Gruppe der Barmakiden (Nachkommen des Arztes Barmak) zählen, Zeitgenossen des Harun-ar-Raschid (786—809), welche ein Jahrhundert später gelebt haben. Aber, wie gesagt, man weiß nichts Bestimmtes über sein Leben, und Hunderte von Werken und Memoiren schreibt man ihm zu, wovon M. Berthelot die lange Liste in Uebersetzung aus dem Kitāb-al-Fihrist wiedergegeben hat. Mehr als eines dieser Werke verdanken wir in Wirklichkeit seinen Anhängern oder seinen Nachahmern. Wie dem auch sei, Geber hat alle möglichen Stoffgebiete in das Bereich seiner Bearbeitung gezogen und darüber geschrieben und steht sein Ruf hoch über demjenigen der andern Alchemisten. Rhazes oder Rases (Er Razi Mohammed ben Zakariya) und Avicenna (Ibn-Sina) nennen ihn den Meister der Meister. Sein berühmter Name gewann noch im Laufe des lateinischen Mittelalters an Ruhm, und Hieronymus Cardano aus Mailand (1501—1576) rief ihn im XVI. Jahrhundert als eines der

zwölf scharfsinnigsten Genies der Welt aus. Ohne Zweifel umfassen seine Arbeiten ja ein großes Feld menschlichen Wissens auf dem Gebiete der theoretischen und praktischen Kenntnisse der damaligen Wissenschaft und Technik, aber man darf nie vergessen, daß Geber in einer Verfallszeit lebt und daß seine geistige Kraft an die Totalität und überwältigende Größe der Geistesarbeit, die er zu bringen vermeinte, nicht heranreicht. M. Berthelot hat das in seinen Forschungen zwingend dargetan. Freilich war einst an panegyrischen Schilderungen und Berichten kein Mangel. Es wurde auch schon von uns gesagt, daß alle lateinischen Werke, die den Autornamen Geber tragen, völlig unecht sind. Sie stammen aus einer viel späteren Zeit der abendländischen Alchemie und zwar des XIII. und XIV. Jahrhunderts. Die echten arabischen Arbeiten Gebers fallen ins VIII. und IX. Jahrhundert und haben mit den allerdings inhaltlich viel weiter fortgeschrittenen abendländischen (lateinischen) „Geberschriften“ (z. B. die *Summa perfectionis magisterii*, *De investigatione perfectionis*, *De inventione veritatis*, *Liber fornacum*, *Testamentum Geberi regis Indiae* und die *Alchemia Geberi*) gar nichts zu tun. Sie sind in ihrer Methode, Logik und in ihrem Stil des Denkens so ganz verschieden von dem, was man vom echten, d. h. dem Geber der Araber kennt. Schon der ganze rationalistische Zug einer wissenschaftlichen Genauigkeit und die scholastische Art der Ueberlegung und Darstellung weisen auf eine ganz andere Persönlichkeit und völlig andere Einflüsse hin. Pseudo-Geber ist nüchterner Praktiker.

Wie verschieden davon der echte arabische Geber! Er redet vor allem ganz im hellenischen Geiste über die Zusammensetzung der 4 Elemente und ihren Kombinationsfähigkeiten, entlehnt den alexandrinischen Alchemisten die Vergleichung der Metalle mit lebenden Wesen, insofern er annimmt; daß durch Verbindung eines Körpers und einer Seele ein Ganzes entsteht, durchwirkt die Astrologie, Astronomie und Alchemie mit rein pythagoräischen Ideen (Lehre von den 4 Elementen und 7 Metallen u. a.). Aber dieser ganze Vorstellungskreis ist eingebettet in ein sonderbares Gemisch von kindlicher Leichtgläubigkeit und Schwindelei, geheimnisvoller Wunder und mystischer Dichtung. Geber ist Poet, Schwärmer, Theosoph und okkulter Chemiker, die Pseudo-Geberschen Schriften verraten den nüchternen Mann der Praxis und Laboratoriumstechnik, der auf positive Kenntnisse ausgeht. Am arabischen Geber erkennt man eben diese auch noch heute der orientalischen Wissenschaft eigene Verschmelzung von tatsächlicher Empirie und okkultistischer Phantasiahaftigkeit. In vielem knüpft der echte Geber an die alte ägyptische Jatromathematik an, die Astrologie mit Medizin verband. Er ist ein entschiedener Vertreter der Lehre von dem Einflusse der Gestirne auf die Metalle und von den okkulten Eigenschaften der Dinge. Ganz im

Gegensatz zu den abendländischen lateinischen Geber-Schriften einer viel späteren Zeit. Bei dem lateinischen Pseudo-Geber dagegen steht die entschiedene Widerlegung dieser Ansichten. Ja, man findet bei diesem auch nicht jenes eigenartige Gemisch von mystischer Phantastik und deklamatorischem Pathos, wie es die ganze Schriftstellerei des echten Geber der Araber charakterisiert. Auch fehlen in den Schriften Pseudo-Gebers alle Merkmale, die auf arabischen Ursprung oder eine derartige Tradition hinweisen könnten, es fehlen sogar leise Ähnlichkeiten in der methodischen Darstellung und in der Form des fachtechnischen Ausdruckes, es fehlt alles, was Praxis und Theorie nur irgendwie arabisch erscheinen ließe und zum Schlusse, wie M. Berthelot hervorhob, die nicht unwichtige Tatsache, daß auch nicht mit dem geringsten Worte auf den Islam hingewiesen wird. Und das ist doch bei arabischer Literatur durchweg gebräuchlich! Aber es ist bekannt, wie viele Autoren unserer modernen Zeit noch von diesen Pseudo-Geberschen Schriften, als wie von den Leistungen eines Arabers sprechen. Diese Mißverständnisse und Irrtümer waren wohl vor allem daran schuld, daß man den Arabern Kenntnisse und Techniken zuschrieb, die sie nie besaßen. Berthelot¹⁾ war es auch, der uns das erstmal gezeigt hat, welcher Art die von den Arabern vorgenommenen Aenderungen an den Ideen der griechischen Alchemisten waren. Es ergab sich ihm etwa folgendes Bild: Was sie also von den Griechen als Grundlage übernommen hatten, sind vor allem Theorien von dogmatischer Bedeutsamkeit, wie die Lehre von der Einheit des Stoffes (= das allgemeine Prinzip der Wirklichkeit als Einheit) und die Hypothese von der Transmutation, beziehungsweise Transelementation, ebenso den Begriff vom „Mercur der Philosophen“ (*mercurius philosophorum*). Diese Entlehnungen erfuhren nur dahin Abänderungen, daß die Lehre von der Färbung dieses Merkurs (der doch, wie wir schon sagten, vom gewöhnlichen Quecksilber als Urmaterie der Metalle und primäre Materie sich unterschied) näher begründet und feiner ausgearbeitet wurde. Und vor allem die griechisch-alexandrinischen Probleme: die Färbung durch ein gelbfärbendes Prinzip, wie Schwefel- oder schwefelhaltige Stoffe, und da wieder besonders durch Arsenverbindungen (Auripigment). Die arabischen Alchemisten haben nun gelehrt, daß die Metalle überhaupt aus Mercurius und Sulfur bestehen, d. h. aus diesen zwei Prinzipien, die allen Konstitutionen und Erzeugungen zugrunde liegen. Man sieht also, wie die empirische Tatsache der Verflüssigung der Metalle durch Wärme einerseits und das gelbfärbende Prinzip andererseits zu den zwei Prinzipien „Mercurius“

¹⁾ Vgl. die deutsche Berthelotausgabe (Die Chemie im Altertum und Mittelalter, Leipzig-Wien 1909) von Emma Kalliwoda und Franz Strunz.

und „Sulfur“ führt. Beide sind ein analoger und unzusammenfassender Ersatz für die früheren vielen Zuschläge und Kräfte, die jene reichhaltige Theorie angenommen hatte. Mercurius ist der Träger des speziellen metallischen Charakters der Stoffe (Glanz, Dehnbarkeit, Schmelzbarkeit) und Sulfur der der Brennbarkeit und die Ursache der Veränderungen der Metalle durch Feuer. Freilich wurde diese Theorie dann durch numerische Phantastik, Zahlenmystik und subtile Spitzfindigkeit noch viel weiter ausgedehnt und mit allegorischem Wust belastet.

Auch für die Erforschung der praktischen Kenntnisse auf dem Gebiete der Chemie sind in neuester Zeit wertvolle Quellen von Marcelin Berthelot erschlossen worden, die hier zu nennen sind: Serien oder Zusammenstellungen technischer Abhandlungen (darunter antike Werke in syrischer Schrift zur Zeit der Kreuzzüge geschrieben, dann alte Uebersetzungen lateinischer Manuskripte aus dem XII. Jahrhundert u. a.) Vor allem zeigt sich gleichfalls hier die Weiterführung völlig antiker Traditionen und die vielfache Abhängigkeit von der syrischen Naturforschung. Diese Zusammenstellung technischer Abhandlungen ist übrigens ein Typus von Büchern über technische Chemie, wie sie damals geschrieben wurden. Wir erhalten ein abgerundetes Bild des ganzen Stoffumfanges und über die bei den Arabern im XIII. Jahrhundert gebräuchlichen Operationen. Auch über chemische Geräte des Laboratoriums erfährt man Näheres z. B. im Kitâb al Asrar von Rhazes, in den Mafâtih al 'Ulûm von Chwarizmi u. a. Hier stehen auch Beschreibungen der Destillation von Rosenwasser und seine Verbesserung oder Verfälschung, Vorschriften für die letztere und die Rezepte für Riechstoffe zum Nachahmen des Rosengeruchs. In den obengenannten technischen Abhandlungen begegnen uns rein praktische Kenntnisse ohne theoretische Abschweifungen oder doktrinär-alchemistischen Redeprunk. Es werden die 7 Metalle behandelt: Gold, Silber, Eisen, Kupfer, Zinn, Blei, Quecksilber und ihre vielfachen Namen. An die Metalle reihen sich die Geister (spiritus) und flüchtigen Körper an, welche fähig sind, auf die Metalle einzuwirken und ursprünglich vier an der Zahl waren: Mercurius, Sulphur, Arsenicum, Sal (ammoniacum). Später wurden sie aus Symmetrie bis auf die Zahl sieben gebracht: das Arsenik ward unterschieden, beziehungsweise verdoppelt in rotes Arsenik (Realgar oder rotes Schwefelarsenik) und in gelbes Arsenik (Auripigment, Operment oder gelbes Schwefelarsenik) und der Schwefel wurde in gelben, roten und weißen Schwefel unterschieden. Das Quecksilber ist zu gleicher Zeit in die Klasse der Körper und in diejenige der Geister (spiritus) mit inbegriffen. Die Steine wieder sind unterschieden 1. in solche, die Geister (spiritus) enthalten, d. h. solche, die fähig sind, Flüssigkeiten und Sublimate zu liefern, die durch Einwirkung des Feuers bei Zutritt von Luft entstehen. Man unterscheidet

sieben an der Zahl; dieses sind die Markasite oder lateinisch *marcasitae* (Schwefelkies, Schwefelmetalle), die Vitriole (Sulfate des Eisens, des Aluminiums, des Kupfers etc.) und die Salze. Dann 2. unterscheidet man Steine, die keinen Geist (*spiritus*) enthalten.

Jede Art von Steinen ist wieder für sich in sieben Arten eingeteilt; z. B. der goldene Markasit, der silberne, eisenhaltige, kupfrige usw. Es gibt sieben natürliche Salze und sieben künstliche Salze, sieben Alaune, sieben auflösende Mittel, die Borax heißen, wobei freilich dieses Wort etwas ganz anderes als unser moderner Ausdruck bezeichnet. Sieben Minerale gehören zu den Präparaten: *Cadmia* (Ofenbruch, verunreinigtes Zinkoxyd), *Lithargyrum* (Bleiglätte oder geschmolzenes Bleioxyd), *Minium* (Mennige), *Cerussa* (Bleiweiß), alkalisches Salz (laugensalzartiges Salz = „*alcalisatum*“) ungelöschter Kalk (*Calciumoxyd*), Gläser und dann auch der Zinnober, der Grünspan, das *Stibium* (Antimon), das Email usw. Man bekommt einen Einblick in den Laboratoriumsbetrieb des XIII. Jahrhunderts. Interessant ist auch in solchen chemisch-technischen Werken der Araber, daß die genannten Stoffe nach den Prinzipien einer ähnlichen Klasseneinteilung geordnet sind, die jener gleicht, die man später in der Botanik die natürliche Methode nannte, aber von der systematischen Anwendung der Zahl 7 beherrscht ist. Doch nicht allein diese spielt bei den Arabern eine Rolle, ihre Zahlenmystik hat auch der 40 stets große Bedeutung gegeben, was in ihren volkshundlich so interessanten tesseractischen Tag- und Jahrfristen zum Ausdruck kommt. Allerdings stammen sie aus dem Judentum.

Wir nannten soeben unter anderem auch das *Sal ammoniacum*. Seine Geschichte ist interessant und wechselreich, so daß sie hier angedeutet sein soll.

Unter *Sal ammoniacum* („Ammonisches Steinsalz“) versteht man in früherer Zeit Steinsalz aus der Oase des Ammon, später (Pseudo-Geber) erst Salmiak. Das letztere ist ein Hauptbestandteil des ägyptischen Nitrum, von dem Plinius redet. Auf Zusatz von Kalk, meint er, entwickelt dieses Nitrum einen heftigen Geruch. Im reinen Zustand sei er weiß und locker und in Wasser leicht löslich. Nitrum überhaupt nennt man also damals kohlensaures Natrium oder Soda (Na_2CO_3), allerdings oft verunreinigt mit Natrium und Magnesiumsulfat, Kochsalz, Salmiak u. a. Es wurde als Naturprodukt (aus den ägyptischen Bitterseen, manchen Quellen durch Auswitterung u. a.) gewonnen. *Sal nitrum* oder *Sal nitri* stammen aus späterer Zeit und bezeichnen: Salpeter (KNO_3). Also etwas ganz anderes als *νίτρον* (*nitrum*, *flos nitri*, *spuma nitri*), das Soda beziehungsweise kohlensaures Alkali bezeichnete. Salpeter wird erst später genannt. Bei Pseudo-Geber heißt der Salpeter *sal petrae*. Marcus Graecus (VIII. Jahrhundert) nennt ihn *sal petrosum*

und *petra salis* (*Liber ignium ad comburendos hostes*). So auch Roger Baco und Albertus Magnus. Raymundus Lullus schreibt: *sal nitri*. Man unterschied ausdrücklich zwischen: *nitrum* und „*sal nitri*“ (z. B. Biringuccio, Agricola u. a.). Aber erst Ende des XVI. Jahrhunderts wird die Nomenklatur endgültig sicher: mineralogisches Laugensalz = Natron oder Soda, *nitrum* = Salpeter. Auch Soda (Na_2CO_3) und Pottasche (K_2CO_3) wurde anfänglich nicht scharf unterschieden. Erst am Ende des XVIII. Jahrhunderts kommen klarere Trennungen. Im Mittelalter ist Soda = Natron (oder mineralisches Alkali), Pottasche = vegetabilisches Alkali. Daß das Wort *nitrum* sich vom hebräischen „*neter*“ ableitet, haben wir an anderer Stelle dargetan. Das arabische Äquivalent von Ammoniaksalz war das *Nûschâdur* (oder *Nûschâdir*). Das Wort kommt hauptsächlich aus dem Chinesischen, wo Ammoniaksalz = *nan-scha* heißt. *dârû* ist persische Endung. Das flüchtige *Nûschâdir* (*al tajjâr*) gewann man aus dem Mist (*Jibl*) von Kamelen und anderen Vierfüßlern, aus den Schornsteinen der Bäder, besonders in Aegypten in der Provinz Saïd (zwischen Kairo und Syene) usw. Gemeint sind hier glasähnliche Salzüberzüge. Die Alchemisten verstehen unter *Nûschâdir* immer etwas Flüchtiges. Das Wort kommt auch beim echten Geber vor. — Man kannte aber auch ein „*Gummi Ammoniacum*“, das Harz einer Doldenpflanze aus der Klasse der Umbelliferen, die ebenfalls in der Oase des Ammontempels gefunden wurde.

Von Apparaten und Laboratoriumsgeräten werden bei den Arabern genannt und beschrieben: Topf, Retorte, Destillierkolben (*Cucurbita* und *Alembicum*), Mörser und Stößer, Oefen usw. Dann kommt die Beschreibung der sieben Operationen: Erhitzung oder Kochung, Sublimation, beziehungsweise Trennung der Körper von den Geistern, Destillation auf direktem Feuer oder im Wasserbad, Schmelzprozeß und Verdichtung. Die Destillation ist mit Sorgfalt beschrieben. Freilich geht, wie bereits erwähnt, diese Operation auf die griechischen Alchemisten zurück. Wir finden also hier nichts besonders Neues. Der Alkohol ist keine arabische Entdeckung, sondern eine abendländische. Sein Name stammt übrigens von Theophrastus Paracelsus (1493—1541). Im *Kitâb al Asrâr* („*Buch der Geheimnisse*“) von Rhazes (*Bubacares*), dem bekannten Arzte, werden unter anderem an chemischen Apparaten genannt: Ofen, Blasebalg, Schmelztiegel, Mörserkeule, Zange, Tiegel, Kolben, Reiber, Helm, Rezipient, Retorte, Phiolen, Vorlagen, Lampen u. a. m. Auch in den „*Schlüsseln der Wissenschaften*“ [*Mafâtih al 'Ulûm*] gibt es solche Listen, und vor allem auch mit Angaben über die Werkzeuge der Goldschmiede und ähnlicher Handwerker. — Dazu kommen die vielen arabischen Rezepte für Mischungen von metallischen Färbungen und Transmutationen, verschiedene Formeln für die Bearbeitung der Perlen

und künstlichen Edelsteine, die aber ganz den griechischen Vorschriften gleichen. Es steht hier auch eine Abhandlung über die Glasmacherkunst, die das Verfahren angibt, um das Glas in grüner, roter, schwarzer, blauer, gelber, zitronenartiger usw. Farbe zu färben und zu nüancieren. Auch folgt hier eine Beschreibung der Oefen für die Glasfabrikation. Doch das ist nicht verwunderlich, wo doch die Keramik und die Fabrikation des Glases stets in Persien und im Orient reiche und verständnisvolle Pflege gefunden hatten.

Aber auch Formeln und Vorschriften zur Erzeugung von Brandpfeilen, Zündpulver (Lunte), Petarden (Sprengbüchse, Kanonenschlag) und künstlichen Mischungen sind hier zu nennen, Rezepte ähnlich denjenigen der arabischen Abhandlungen des Hassân el-Rammah, welche wir in der Bibliothek von Paris besitzen: sie stammen aus der Zeit der Kreuzzüge. Der erste abendländische Text, welcher Formeln dieser Art wiedergibt, ist derjenige des Marcus Graecus. Es ist das eine lateinische Sammlung aus dem XIII. Jahrhundert, die aus dem Arabischen übersetzt wurde. M. Berthelot hat diesen ganzen Sachverhalt auseinandergesetzt und zu zeigen versucht, in welchem allmählichen Werdegang und in welcher technischen Entwicklung die Brenngeschosse der Alten in Konstantinopel zu dem griechischen Feuer (das im Wasser brennt) geworden sind, wie die Araber das Geheimnis dieses letzteren aufgedeckt haben und wie endlich ihren ununterbrochenen Versuchen und experimentellen Modifikationen es gelang, das Kanonenpulver zu erzeugen. Doch davon noch später.

Geschichtlich erwiesen ist es, daß all diese chemischen Kenntnisse der Griechen und syrischen Naturforscher, die hier in diesen technischen Abhandlungen und Listen von den Araber gesammelt und mit einigem Eigengut vermengt wurden, bestimmend auf die Chemie des abendländischen Mittelalters und besonders auf die der Scholastik gewirkt haben. Wichtig ist auch die Beantwortung der Frage: wie haben die Araber die chemischen Verbindungen und praktischen Kenntnisse systematisch eingereicht? Also wie war die ganze Methode ihrer chemischen Wissenschaft und die Klassifizierung ihrer Begriffe? Hier stoßen wir vielfach auf Kenntnisse und Erfahrungen, die allerdings schon die Griechen ahnten, aber von den Arabern erst gründlich studiert wurden. Freilich auch sie geben nichts Abschließendes, denn eine schärfere systematische Unterscheidung und Einreihung in unsere heutigen chemischen Begriffe — Säure, Alkali und metallische Lösung — tritt nicht bestimmt hervor. Die griechischen Alchemisten vereinigten einst alle in der Chemie wirkenden Flüssigkeiten unter dem Namen „göttliche oder schweflige Wasser“. Das griechische Wort $\Theta\epsilon\acute{\iota}\omicron\nu$ bezeichnet beide Dinge. Bei den griechisch-ägyptischen Chemikern haben übrigens diese Liquida eine große Rolle

gespielt und sind der Ausgangspunkt unserer Säuren, Alkali und übrigen Agenzien. Vor dem XIV. Jahrhundert finden sie aber kaum in Technik und Gewerbe Eingang. Wie gestaltet sich nun das Gesamtbild der chemischen Praxis von damals? M. Berthelot hat auch diesem Probleme in vorbildlicher Weise nachgespürt und nachgewiesen, welche Kenntnisse das Altertum an das beginnende Mittelalter (d. h. an die griechisch-alexandrinischen und syrischen Naturforscher) und über diese Ueberträger an die Araber weiter gab, die selbst dann wieder vom Abendland beerbt werden. Es sind dies etwa folgende Details¹⁾.

Auf dem Gebiete der industriellen Künste und der Medizin waren bekannt: Gewinnung und Reinigung der nutzbar gemachten natürlichen Erzeugnisse, Minerale, Harze, Oele, Balsam, färbende Stoffe, Farbegebende Stoffe usw. Metallurgie: Schmelzprozeß, Gießen, Mischung, Abguß oder Abformen und Bearbeiten der Metalle, sowohl für die Goldbearbeitungskunst, als auch für die Herstellung der Waffen oder Werkzeuge und der Maschinen; Reinigung des Goldes und des Silbers durch Kupellation und durch Zementation und mit Schwefel, die Schwefelarsenverbindungen, das Schwefelantimon (Spießglanzerz), die Eisensalze und alkalischen Salze; Reaktion der Metalle auf die chemischen Verbindungen des Schwefels, des Arsens, Antimons und Quecksilbers, und zwar in Hinsicht der vermeintlichen Transmutationsfähigkeit. Chemische Fabrikationen: Verarbeitung und Zubereitung der Bleioxyde (Minium, Lithargyrum), des Kupfers, des Eisens (Gelber Ocker, Rötel usw.), des Bleiweiß, des Grünspan, des Zinnober, der Arseniksäure, des Quecksilberchlorür. Weiter Verarbeitung der Metalle in Pulver und Blättchen, ebenso der metallischen vegetabilischen Farben für die Maler, Miniatoren, Glasmacher, Mosaik-, beziehungsweise Musivarbeiter und Keramiker. Letztlich gehört auch das Färben der Häute und der Gewebe hierher.

Alles das war im großen und ganzen schon den alten Chemikern bekannt; aber die Verarbeitungs- und Zubereitungsmethoden, wie überhaupt die ganze Präparatendarstellung waren im Laufe der Jahrhunderte durch die Praxis vervollkommen worden. Die Darstellung der Salze, Alaune, Vitriole, Lösungen hatten sich ebenfalls entwickelt und man bestimmte mit größerer Genauigkeit die verschiedenen Arten. Den Salpeter vor allem (einen den Alten unbekanntem, oder eher einen von ihnen nicht unterschiedenen Stoff) begann man nun für kriegstechnische Zwecke im großen zu fabrizieren. Die eigentlich von den Griechen erfundene Technik der Destillation fand ohne bemerkenswerte Veränderung in den Apparaten weite Verbreitung. Freilich wurde die An-

¹⁾ a. a. O.

wendungsart immer ingeniöser und zeigt die Entwicklung dieser Praxis in wachsendem Maße ein Bild reicher Arbeit. Wir erinnern nur an die Gewinnung des Rosenwassers und der flüchtigen Liquida, die der Essenzen von Terpentin und von Wacholder usw. Der Alkohol, eine abendländische Entdeckung, tauchte zu dieser Zeit unter dem Namen „Feuerwasser“ auf, welcher auch auf die eben genannten Essenzen angewendet wurde. Von den „göttlichen Wassern“ oder „Scheidewassern“ waren eine gewisse Anzahl destillierte Erzeugnisse, z. B. die spiritus (Geister), die aus den Vitriolen durch Mischung vielfacher Stoffe gewonnen wurden und die wieder gleichfalls Liquida chemischer Verbindungen hervorbrachten. — Wie viel Neues hier gegenüber der Antike vorliegt, ist ebenfalls von M. Berthelot untersucht worden, wenn auch diese Nachweise ihre großen Schwierigkeiten haben, da doch die Feststellung der Prioritätsansprüche kompliziert wird. Die grundlegende Praxis des alten Abendlandes und die hier gepflegte Technik vor dem Einströmen arabischer Geisteskultur, die arabische Naturforschung und ihre Schüler — was doch alles in der Zeit der Kreuzzüge in Mischung kam, mußte scharf geschieden und in chronologischer Hinsicht gesichert werden. Aber wir dürfen nie vergessen, daß aus der Praxis und den industriellen Bedürfnissen auch die Chemie entstanden ist.

In der kulturarmen Frühzeit des beginnenden Mittelalters ist nach dem Zusammenbruch der Antike die chemische Wissenschaft oder richtiger gesagt Praxis und Technik nicht untergegangen, sondern sie bestand fort im Orient und Abendland, allerdings in ihren rationalen Formen oft wunderlich vermischt mit alexandrinischen Phantasien und mystischen Beimengungen. Das ist heute durch M. Berthelots Forschungen sicher nachgewiesen. Aber, wie gesagt, sie bestand hauptsächlich als Praxis fort, und zwar auf Grund industrieller Bedürfnisse und den aus ihnen entspringenden Verfahren und Fortschritten. Diese theoretische Fortentwicklung begann dann das erste Mal bei den Arabern, den Anhängern und Schülern der Syrer, welche doch selbst wieder die Lehren der Griechen empfangen hatten. Die antiken Ideen, die doch durch die Araber bestimmte Modifikationen und Einschränkungen erfuhren, waren durch sie wieder im XII. und XIII. Jahrhundert in die lateinische Welt eingeführt worden. Dieses Lehrsystem mit seiner Fülle von geistigem Bestand gewann seitdem immer mehr und mehr an Tiefe und Breite und bewegt sich von jenen Tagen an ohne Unterbrechung auf einer aufsteigenden Linie bis mitten in unsere Tage hinein. Hier tritt sie uns dann als eine streng wissenschaftliche Disziplin entgegen, die exakte Wissenschaft ist.

Die Verdienste der Araber für die Entwicklung der Naturwissenschaften dürfen bei aller Anerkennung nicht panegyrisch übertrieben

werden. Gerade hier in der Chemie. Die Behauptung ist — wie M. Berthelot gesagt hat — völlig unrichtig, die genaue Kenntnis unserer chemisch wohl bestimmten schwefelhaltigen Säuren, Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure), Salpetersäure (Scheidewasser) und ihrer metallischen Salze sei bis auf die Araber, d. h. die Autoren des XII. und XIII. Jahrhunderts zurückzuführen. Dies ist ein großer Irrtum. Vielmehr, die schwierigen und umständlichen Darstellungsmethoden von damals wurden in Wirklichkeit erst später, und zwar im lateinischen Abendland im Laufe des XIV. und XV. Jahrhunderts entwirrt. Wenn man nun geglaubt hat, den klar und eindeutig bestimmten Produkten der modernen Chemie schon in den älteren Abhandlungen zu begegnen, so ist diese falsche Ansicht eben eine Folge von Uebersetzungsfehlern und voreiliger Beimengungen, dann wohl wegen einer mißverständlichen Deutung des Wortlauts. Dazu kommen auch noch andere sehr beachtenswerte Fehlerquellen: nämlich die Interpolation neuerer Angaben aus dem XIV. bis XVI. Jahrhundert. Doch das sind Fragen, die nicht mehr in den Rahmen dieser Darstellung ¹⁾ gehören.

¹⁾ Vgl. für eine nähere Orientierung: Franz Strunz, Vorgeschichte und Anfänge der Chemie, Leipzig und Wien 1906, und desselben Beiträge und Skizzen zur Geschichte der Naturwissenschaften, Leipzig und Hamburg 1909. — Ueber M. Berthelots Forschungen vgl. die deutsche Uebersetzung mit Einleitung und Kommentar: Die Chemie im Altertum und Mittelalter, von Emma Kalliwoda und Franz Strunz, Leipzig und Wien 1909 (Verlag F. Deuticke).

IV. Das Zeitalter der Scholastik.

a) Allgemeines über die theoretische Naturbetrachtung dieser Epoche.

Das Wissenskapital, das das Abendland am Anfange des Zeitalters besaß, das im folgenden zur Sprache kommt, stammte aus der römisch-christlichen Ueberlieferung. Die Kirche ist hierbei einzig und allein die fördernde Vermittlerin gewesen, denn was die Germanen dazu beigetragen haben, war fast nichts, und erst die karolingische Renaissance hat Sammlertätigkeit entfaltet. Die lateinische Sprache — und das war die Gelehrtensprache — führte immer wieder auf das rege geistige Leben der Kirche zurück und der Schulbetrieb, der nun in Klöstern, Dom- und Stiftsschulen blühte, zwang alle Intelligenz, sich kirchlicher Lehr- und Lernmethode unterzuwerfen. Schulmäßiger Betrieb — das ist ja das Kennzeichen dieser langen Zeit, die von 1050 bis gegen 1500 reicht. Der niedere Unterricht bestand in Lesen, Schreiben, Gesang, elementarer Mathematik und den Grundregeln des Latein; der höhere Lehrbetrieb erstreckte sich auf die „sieben freien Künste“. Die Redekunst war sehr beliebt und wurde nach antiker Manier gepflegt. Die sprachlichen Disziplinen waren: Grammatik, Rhetorik und Dialektik. Das ist das Trivium. Ihm folgte das Quadrivium (Arithmetik, Geometrie, Astronomie mit Kalenderwesen und Musik). Berühmte Lehrbücher waren das Buch des Marcianus Capella über „die sieben freien Künste“ (430), die Grammatik von Donatus und als Uebungsbeispiele Cicero und Virgil. Die Methode anknüpfend an spätrömische Muster war rein schulmäßig dialektisch, formal und zielte gern auf eine gewisse Virtuosität in der Wort- und Disputierkunst. Dieser methodischen Eigenart wegen, die alles auf den Schulgebrauch und eine dialektisch geschulte Gesprächsführung hin abzweckt, nannte man jene Epoche Scholastik, d. i. eine Wissenschaft, die sich schulmäßig mit Philosophie, Theologie, Naturkunde usw. beschäftigt. Ihre Grunddogmen haben wir schon im ersten Kapitel kurz zusammengefaßt. Es ist vor allem die Wertschätzung der Auktorität der göttlichen Offenbarung und der Kirche, die dialektische Untersuchung antiker Begriffe und Sätze,

die Hochhaltung des Aristoteles als oberste wissenschaftliche Quelle und das dauernde Bestreben, Glauben und Wissen nicht als Gegensätze zu empfinden. Alles wurde vom Standort der Theologie gewertet, aber alles zeigt auch den typischen Zug mittelalterlicher Wissenschaft, nämlich jene Empfänglichkeit, etwas aufzunehmen und in sich zu verarbeiten. Das ist das auffallend rezeptive Moment. Nicht die Erfahrung, nicht das vergleichende Experiment ist die wichtigste Instanz, sondern vor allem die metaphysische Deduktion und die Klassifizierung der Begriffe. Das Schulwesen kam im mittelalterlichen Abendland bald in Blüte und auch die Gründung der Universitäten hatte bald zur Folge, daß die Ideen und Lehrmeinungen der damaligen Zeit verhältnismäßig rasch verbreitet wurden. Wenn auch hier jener typisch scholastische Betrieb herrschte, so waren Lehrer und Lernende frei. Die Universitäten blieben doch die großen Sammelbecken geistigen Lebens. Von Ort zu Ort, von Land zu Land zogen Gelehrte und Scholaren und gründeten hier Hörergemeinden. Die Universitäten sind freie Bildungen. Ihre ersten Namen waren „Studia“ oder „Studia generalia“. Später erst taucht der Name „Universität“ auf, ein Name, der nichts mit „Universitas literarum“ zu tun hat, sondern auf die Art der Verfassung hinweist: Universitas magistrorum et scholarium, und zwar im Sinne einer geschlossenen Körperschaft. Berühmte „Studia“ waren Paris und Bologna und galten als Mustergenossenschaften dieser Art. Es ist darum unrichtig, zu meinen, die Universitäten seien kirchliche Gründungen, keineswegs, sie sind freie Gründungen. Freilich hat die ganze Leitung und Organisation von der damals herrschenden mehr kirchlichen Kultur lebensvolle Kräfte erhalten und jene historische Gliederung, an die man denkt, wenn wir das Wort „Universität“ vernehmen. Eine andere Organisation war in jener Zeit einfach nicht möglich. So erfolgten damals die berühmten Gründungen: 1158 die Rechtsschule zu Bologna und die medizinische Schule zu Salerno, dann die Universitäten Paris (1206), Padua (1221), Oxford (1249), Prag (1348), Wien (1365), Heidelberg (1386), Köln am Rhein (1388), Erfurt (1392), Leipzig (1409), Rostock (1419), Greifswald (1456), Trier (1457), Basel (1459), Ingolstadt (1472), Tübingen und Mainz (1477) u. a.

Streng genommen beginnt die Scholastik erst mit dem IX. Jahrhundert, als sie anfängt, christliche Kirchenlehre mit der Wissenschaft des Aristoteles ineinander zu verarbeiten. Die Wissenschaft ist der Theologie untergeordnet und doch wieder dasselbe wie sie. Scholastik und akut kirchliche Theologie haben sich fast nie getrennt. Sie ist universale Kirchenlehre. Bis ins feinste Detail konsequent, scharfsinnig und doch schulmäßig gebunden, zielt sie, wie gesagt, vor allem auf Formales. Der logische Gehalt eines Problems interessiert, alles

Subjektive ist ausgeschlossen. Und so ist auch die Naturbetrachtung, soweit sie echt scholastisch sein will: unpersönlich, abstrakt allgemein, abstrakt verstandesmäßig, ohne jede ästhetische Anteilnahme des Gefühls, ohne jede Selbstbesinnung und beinahe teilnahmslos für die Probleme, die von der Natur aus auf die Totalität und den Zusammenhang des seelischen Geschehens weisen. Die Wortformel gilt mehr als Leben und Individualismus. Erst jene seltsame Blüte, die merkwürdigerweise gerade aus der Scholastik emporsproß, hat das, was die Scholastik nicht ausgesprochen hatte und doch in ihr lag, herrlich entfaltet: die christliche Mystik des Mittelalters! Ihre begrifflichen Stützen und ihre Denkelemente ruhen ganz und gar in bestem scholastischem Boden — und doch war sie eine persönliche Frömmigkeitsform und Religion des inneren Erlebens. Doch davon später.

Trotz allem sind aber die Verdienste der Scholastik sehr groß. Sie brachte der damaligen jungen Wissenschaft Methode und Denkwucht, sie bahnte Wege — allerdings in ihrer Art — zu antikem beziehungsweise aristotelischem Denken und übte die damalige Intelligenz schon von Jugend auf, wissenschaftliche Fragen zu diskutieren. Es war die erste philosophische Auseinandersetzung mit dem christlichen Erbe. Freilich an naiven logischen Spielereien hat es nicht gefehlt, denn auch an recht unangebrachten theologischen Reflexionen sind besonders Naturwissenschaft und Medizin reich. Die Grundsätze, die auch auf die letzteren Disziplinen ausgedehnt werden, faßt man gewöhnlich dahin zusammen: 1. Die Allgemeinheiten (Begriffe, universalia) = sind Seiendes (Ontologien). 2. Nur die allgemeinen Begriffe haben eine von den Dingen gesonderte und ihnen vorausgehende Existenz. 3. Universalia ante rem. 4. Das Kernhafte am einzelnen ist der Allgemeinbegriff. Diese vier Sätze kennzeichnen das, was man in der Scholastik Realismus nennt (Allgemeinheiten oder Begriffe = Realien). Seine Klassiker sind Anselm, Wilhelm von Champeaux, die mehr vermittelnden Gelehrten, Albertus Magnus, der größte unter ihnen der geniale Thomas von Aquino, der Verfasser jenes umfassenden konstruktiven Werkes, das als theologische „Summa“ der wissenschaftlichen Weltliteratur einverleibt worden ist. Parallel mit dem Realismus entstand aber schon um das XI. Jahrhundert eine zweite Gedankenrichtung, die aber erst gegen das Ende des Mittelalters Siegerin wurde: der Nominalismus, der dann über Roscellin, Duns Scotus († 1308) und Wilhelm von Occam († 1347) in die Renaissance und Neuzeit führt. Seine Denkprinzipien sind: 1. Die Allgemeinheiten sind Abstraktionen und nicht seiende Idee. 2. Die Universalien (Begriffe) sind nur Worte, Namen (nomen) und nur den Einzeldingen kommt Wirklichkeit zu. 3. Universalia post rem. Den akuten Realismus und Nominalismus überbrückt der vermittelnde Konzeptualismus, wie

ihn Abälardus verkündigt hat. Seine Thesen lauten: 1. Die Allgemeinbegriffe haben zwar wirkliche Existenz, aber nur in den Individuen. 2. *Universalia in re*. Der *conceptus mentis* beinhaltet die Realität. Wie gesagt, haben ja die großen Scholastiker gern vermittelnde Stellung eingenommen: Zum Beispiel der Klassiker Thomas, der die Universalien in Gottes Geist vorausexistierend sein, das Allgemeine dem Individuellen innewohnend läßt und weiter annimmt, daß es durch den Verstand daraus abstrahiert und in dem Bewußtsein vervollständigt wird. Die ganze scholastische Bewegung hat in den Iren Scotus Erigena († 880) und Roscellin ihre ersten großen Vertreter. Dann kam der Savoyarde Anselm von Canterbury (etwa bis nach 1100), im XI. Jahrhundert die Franzosen Wilhelm von Champeaux, Bernhard von Chartres und der berühmteste unter ihnen: Petrus Abälard (Palatinus). Im XIII. Jahrhundert treten Alexander von Hales, ein Engländer, und der Deutsche Albert von Bollstädt (Albertus Magnus) an die Spitze. Der Höhepunkt ist dann Thomas von Aquino.

Der Natursinn dieser gelehrten Forscher und Sammler war nicht ein Erfühlen und Mitfühlen der Natur, nicht ein seelisches Gestimmtsein, sondern meist ein kühles, teilnahmloses Betrachten der Außenwelt ob des Nutzens, Schadens, der Gefahren, oder ob der religiösen Bedeutsamkeit als göttliches Strafgericht. Nirgends stiehlt sich ein Wort über Schönheit oder Melancholie der Landschaft ein, nirgends die naive Naturfreude Homers oder die Sentimentalität des Hellenismus. Immer gilt nur der Nützlichkeitsstandpunkt. Nüchterne geographische Tatsachen wechseln mit eingestreuten mythologischen Bemerkungen ab. Hier und da ein enthusiastisches Wort über die Fruchtbarkeit der Gegend. Das ist so recht — wenn man von einigen seltenen Ausnahmen absieht — der Typus des Naturgefühls im Zeitalter der Kreuzzüge; etwa die kühlen Palästina- und Reiseberichte des Wilhelm von Tours, Burkhard von Monte Sion, Phokas (1135), der allerdings manchmal wärmere Töne anschlägt, dann die trockenen Beschreibungen des Epiphanius Monachus Hagiopolitae, des Anonymus de locis Hierosolymitanis, Perdiccas u. a. Die deutschen Reisenden des XIV. und XV. Jahrhunderts berichten nicht viel anders von dem stimmungsgesättigten Fleck Erde unter palästinensischem Himmel. Der Blick ist stumpf, nicht empfänglich für die feine Sprache der Landschaft und die Herzen verschließen sich dem Seelenzustand, den der Jahrkreis mit seinen Helligkeitsstufen von Licht und Dämmerung, mit seinen Wolken und Farbenwandlungen im Inneren des Betrachters aufweckt. Jakob von Bern (1346—47), Pfintzing (1436), Ulrich Leman (1472—80), Dietrich von Schachten u. a. sind hier zu nennen. Wundersucht und die lähmende Angst vor göttlichem Strafgerichte drängen immer wieder vor und geben auch den rein geographischen Schilde-

rungen eine moralisierende Färbung. Wie langsam reifte doch z. B. das Eindrucksvermögen und der landschaftliche Sinn für die grandiose Pracht der Alpen. Ganz stumpf sind hierfür noch die fränkischen Geschichtschreiber. Es sind unbeholfene und kühle Notizen über diesen Landschaftstypus. Fredegar erzählt einmal von dem katastrophalen Hervorbrechen einer Therme im Thuner See und Gregor von Tours berichtet in ganz nüchterner Weise von einem Bergsturz am Fuße der Dent du midi, jenes herrlichen Bergriesen in der Nähe der märchenhaft schönen Rhonemündung in den Genfer See. Die Katastrophe fiel in das Jahr 563. Gregor beschreibt nun die furchtbaren Wirkungen der Ueberschwemmung durch die gestauten Wasser der Rhone, den Untergang der Burg Tauretunum, das auffallende Steigen des Niveaus des Genfer Sees u. a. Alles sei aber nur eine Vormahnung gewesen, die jenes noch größere Unglück ankündigen sollte, das dann mit so düsterer Gewalt über Gallien hereinbrach und Hekatomben des Todes forderte: die Pest. Hier spricht Gregor von Tours wieder so ganz aus dem trauerbeladenen Ernst des Mittelalters heraus, und was an Naturgefühl in ihm an die Sonne drängt, erstickt in den Angstvisionen und Wundfiebern einer hysterischen und phantasihaften Seele. Und doch hatte hier dieser fränkische Geschichtschreiber und Kirchenfürst eine der schönsten Landschaften der Erde vor sich! Aber er bleibt stumpf. Weder die Größe der Schöpfung und ihr baulich-plastischer Ausdruck, weder Höhenempfindung und Raumgefühl, weder die intimen koloristischen Details oder „die prachtvolle Größe der Erstarrung“, wie sie die Wildnis des Eises uns fühlbar macht, finden wir auch nur in einer leisen Nuance angedeutet. Die geographischen Alpenbeschreibungen der damaligen Zeit sind aber auch in rein naturkundlicher Hinsicht sehr dürftig. Nur ökonomische Bemerkungen durchziehen die Schilderungen, die mit Erzählungen über die Gefahren und das Schreckhafte dieser Gegenden abwechseln. Z. B. Majolus von Clugny (970), Bernhard von Hildesheim (1101), Anno von Köln u. a. m. Eine Ausnahme macht wohl Günther der Liguriner, der mit viel starkem Naturgefühl die Landschaft des Engpasses der Veroneser Klause beschreibt. Alfred Biese nennt diese Dichtung des XII. Jahrhunderts mit Recht einen verspäteten Nachhall der Naturschilderung, wie sie einst von Venantius Fortunatus ausgegangen ist. Aber alle anderen Berichte zeigen den nüchternen, stumpfen Zug, wie er bis in den Beginn der Neuzeit herrscht und in der Reiseschilderung des Pfalzgrafen Alexander von Zweibrücken und des Grafen Jak. Ludwig zu Nassau (1495 auf 96) seinen Typus findet. Hier steht eine Beschreibung von Zürich, Rapperschwyl und Wesen am Wallensee: „Dasselbst ist das rechte Schweitzerland, hat wenig Dörfer, sondern hie ein Haus, dort eins, aber hübsche Wiesen, viel Viehs und sehr hohe Berg,

daraufl liegt Schnee, so vor Christi Geburt sol gefallen sein, der ist härter denn kein Fels“ . . . Im Vorübergehen sei hier auch erwähnt, daß sogar das Naturgefühl und der Landschaftssinn des deutschen Volksepos nur wenig tiefen Sinn für Erscheinungen der Außenwelt bekundet. Bilder und Parabeln, soweit sie aus der Natur geholt sind, sind äußerst selten. Das höfische Kunstepos verrät allerdings einen feinen Blick für die Natur und erzählt farbenreichere Erinnerungen an sie. Bei Meister Gottfried von Straßburg steigert sich der Natursinn öfter zu einem Sicheinfühlen und einem malerischen Erlebnis, das in seiner Innigkeit an Naturfreunde einer späteren Zeit gemahnt. Doch ist der Weg bis zu einem gänzlich individuellen Widerspiegeln der Landschaft und dem sympathetischen Erleben der Natur noch ein weiter. Noch fehlt jenes feine Naturgefühl für die leisesten Schwingungen unserer nordischen Landschaftsstunden, für jene Nuancen, die wie ein Reflex aus der Natur am Spiegel der Seele erglühen; nirgends heben sich Silhouetten des psychischen Geschehens ab und wie ganz anders lösen sich damals Himmel, Licht und Luft in Duft und Farbe auf. Für uns sind diese alten Schilderungen oft ganz irreführende, koloristische Deutungen. So spärlich, so knapp und mangelhaft ist oft für unser modernes Naturgefühl der Ausdruck. Auch den Minnesängern hat die Landschaft nicht viel mehr gesagt, wenn sie auch für Flora und Fauna zarte Worte finden. Es ist vielleicht eine liebliche Naturbeschreibung, aber nicht tiefes Naturerlebnis. Es fehlt die Ergriffenheit und die starke Gefühlsumsetzung von Landschaft und Himmel und Licht. Auch hier fast nirgends ein Blick für die leisen Uebergänge und Schattenrisse unseres nordischen Lichtes oder für die immer neuen Schönheitsformen der Wolken.

Das alles aber muß in Erwägung gezogen werden, um den mittelalterlichen Naturbegriff besser zu verstehen und auch Einblick zu bekommen in die Psychologie und Naturerlebnisse der Gelehrten und in die geistigen Epidemien dieser Zeit. Es vereint sich mit der paradoxen Phantasiehaftigkeit und Hysterie des mittelalterlichen Menschen eine seelische Haltung, die vielfach geeignet war, leicht lenkbare Persönlichkeiten zu bilden. Gewiß manches von der mittelalterlichen „Unfreiheit“ geht auf diese seelische Eigenart und Disposition zurück. Der Mensch wollte Fesseln und konnte oft nicht anders. Wenn auch daneben wieder revolutionäre, „ketzerische“ Bewegungen sich fühlbar machen, die das ganze Mittelalter hindurch nicht zur Ruhe kommen und dann in der Erregung und neuen Menschheitsbildung der Renaissance ausmünden.

Aber doch ist es eine irrige Meinung, verallgemeinernd zu sagen, das Mittelalter hätte keinen tiefen Natursinn gehabt. Nur suchen muß man. Sogar die öde Zeit, die zwischen den Karolingern und Hohen-

stauen liegt, das X. und XI. Jahrhundert, hat bei aller Dürftigkeit an Quellen Ueberlieferungen aufzuweisen, die uns ein intimeres Naturerlebnis vermitteln. So zeigte auch diese trostlose Epoche Naturgefühl, eine gefühlsmäßige Formung des an der Natur Gesehenen, eine besondere Art des Wählens und Bildens, ein naives Wahrnehmungsvermögen für Form, Farbe und Licht und ihre wunderliche Gesetzmäßigkeit. Die verschiedenen Elemente des Naturgefühls lassen sich schon aus diesen vergessenen mittelalterlichen Quellenschriften herauslesen: ästhetische Beobachtungen über den Wald und die Bäume, dann Wiesen, Gärten, Blumen, Gestirne, Tageszeiten, Jahreszeiten, Meer, Quellen, Flüsse u. a. Die Naturpoesie der Jagd wird uns fühlbar gemacht und auch die Stimmungen, die von alten Klostergründungen, stillen Seeufern und einsamen Orten ausgehen. Auch in diesen mittelalterlichen lateinischen Quellen blüht der Lenz, spannt sich der lichtblaue, wolkenreine Sommerhimmel, macht schweigsam die beginnende Müdigkeit des Herbstes und läßt die Einöde des Winters die Menschen mutlos werden. Auch hier fühlt man das Sterben tragisch über sich lagern und alle die grausamen Dinge des seelischen Lebens, vor denen man in der Natur Schutz und Vergessen sucht. Auch in diesen Menschen lebte die Sehnsucht nach den Fernen und den blauen dunstigen Bergen dort weit draußen am Horizont, die Sehnsucht nach Landschaften der Seele, wie im Duft des Märchens gehüllt und in die Rätsel der Unermeßlichkeit. Wenn auch Furcht und Verwunderung noch vielfach diese Naturerlebnisse färben, so sind aber bei aller Härte der Form die Eindrucksfähigkeit und der Vergleich mit dem menschlichen Leben oft nachzuweisen. Es gibt Schilderungen von Bergen, Einsamkeiten, Blumengärten, Deutungen des Wachsens und Sterbens, des ganzen seltsamen Rundlaufes der Natur mit ihrer einfachen und doch so erstaunlichen Weisheit, die wirklich wie von feinsinnigen Menschen geschrieben sind. Oft nur kurze Bemerkungen, aber stimmungsstark und erlebt. Kürzlich hat Gertrud Stockmeyer das Naturgefühl in Deutschland im X. und XI. Jahrhundert an der Hand der mittelalterlichen Quellen untersucht und Ueberaschendes ans Licht gestellt. Längst vergessene Namen und wunderbar verblaßte Ueberlieferungen treten hier aus zwieltgetrübter Dämmerung: Anno von Köln, Siegebert von Gembloux, der Verfasser des Chronikon S. Michaelis, Abt Witigowo von Reichenau, Abt Richerus, die Lebensgeschichte der heiligen Anna, der Verfasser des Lebens Heinrichs IV., Uffing, Froumund, die Acta Sanctorum, die Fontes Rerum Germanicarum, alte lateinische Gedichte des X. und XI. Jahrhunderts, die Monumenta Germaniae Historica, die Scriptorum Rerum Germanicarum, der Thesaurus Anecdotorum Novissimus und vieles andere. Um nur ein Beispiel zu nennen: wie novellistisch fein und wirklichkeitsfrisch

klings eine Episode in dem Leben Kaiser Heinrichs IV.! Die müden Reiter, die in der Sonnenglut von der Heeresstraße ins schwüle Gehölz abbiegen. Die Erschlaffung eines schläfrigen Sommernachmittags kommt über sie. Vornübergeneigt, todmüde sitzen sie in ihren Sätteln. Dann kommt das grüne Dunkel der Waldesstille, das wie ein hohes Dach gegen die goldenen Sonnenpfeile schützt. Hier steht eine Mühle. Ihr Klappern ist wie Erzählen. Nun legen sich die erschlafften Krieger zur Ruhe in dieser schönen Einsamkeit des Waldes. Da tauchen plötzlich feindliche Knappen auf. Ein kurzer Kampf. Streich auf Streich. Die Stille des friedlichen Ortes widerhallt von den Schlägen des Mordens. Inmitten des träumenden Tannengrüns zieht der Tod seinen Kreis um die müden Ueberfallenen, während die Mühle im „Erzählen“ nicht innehält. Doch das Glück des Königs siegte und die Feinde färbten mit ihrem erhitzten Blute den Waldplatz vor der Mühle. Sie aber erzählt das alles kommenden Geschlechtern, ruhmvolle Stätte — wie die Ueberlieferung sagt — *felix nimium es, et multi semper nominis, mola, ad quam trahit homines non tam tuum volubile officium, quam fama; quae et molendo pugnam illam narras, et narrando molis.*

b) Die praktische Naturforschung im Zeitalter der Scholastik.

Die naturwissenschaftlichen Kenntnisse der Araber — ob nun direkt aus dem Altertum übernommen oder als Eigengut — bestimmen vielfach das Bild der scholastischen Naturforschung. Nun hat aber der Charakter der scholastischen Methode selbst aber wieder den Naturwissenschaften eine bestimmte Richtung gegeben, die nicht in letzter Linie auf der Eigenart dieser mittelalterlichen Philosophie beruhte. Sie gesteht, wie Otto Willmann dargetan hat, den Sinnendingen wahrhafte Realität zu, aber sie erklärt zugleich das Ideale, Intellegible, in welchem sie das Wesen der Dinge findet, für ein Daseinselement, als für etwas Größeres, als ein menschliches Denkprodukt. Dem Scholastiker ist die Wissenschaft von der Natur Physik und darum auch in die Philosophie gehörend. Der Gegenstand der Naturwissenschaft ist das Veränderliche, aber hat die unveränderliche Erkenntnis als Ziel im Auge. Der große Thomas von Aquino sagt: „Der Geist nimmt die species der materiellen und veränderlichen Körper immateriell und unveränderlich in sich auf, d. i. nach seiner Art, denn immer ist das Aufgenommene im Aufnehmenden nach Art des Aufnehmenden. Daher muß man sagen, daß die Seele durch den Verstand die Körperwelt in materieller, allgemeiner und notwendiger Erkenntnis erfaßt“ (Sum. theol. I, 83, 1). Naturerforschen als solches wird auch von der Scholastik geschätzt. Sie sagt ja, daß der menschliche Geist in dieser Tätigkeit eine wichtige wissenschaftliche

Aufgabe zu erfüllen habe. Bildet doch die Erkenntnis des Intelligiblen in Sensibili (= der Gesetze in den Erscheinungen) genau die Mitte des geistigen Sehfeldes. Dabei empfahl aber gewiß auch die Scholastik schon Erfahrung und Experiment, Induktion und Vergleich, wenn auch diese Methoden selten gebraucht und von anderen Interessen verdrängt werden. Aber wie dem auch sei, gekannt hat man sie. Die Induktion bestimmt sie ganz im Sinne des Aristoteles (ἐπαγωγή = inductio), und zwar als das *concludere universale ex singularibus*. Oft kehrt in scholastischen Schriften das Wort „experimentum“ wieder und kann mit Erfahrung, aber auch mit Versuch übersetzt werden. Auch eine *inductio imperfecta* und *completa* wird erwähnt, wobei es an Warnungen vor verfrühten Verallgemeinerungen nicht fehlt. Man sieht, wie auch hier das eigentliche Prinzip der scholastischen Naturforschung nicht so wissenschaftsfeindlich war, als wie man meist meint. Daß sie damals nur mühsam sich durchrang, lag mehr in der Zeit und ihren anders gearteten Interessen. Doch sind die Verdienste der Scholastik auch für die Geschichte der Naturforschung große, nicht nur, daß ihre Erkenntnismethoden wertvolles Denkwerkzeug boten, sondern auch die Art der Zusammenfassung und Uebersicht war lehrreich für die Naturforschung und ihre Bestrebungen, sich einem universellen Wissen einzuordnen.

Es war schon davon die Rede, wie rasch und sicher die großen Errungenschaften der griechischen Astronomie dem Frühmittelalter aus dem Gedächtnis schwanden. Wie bald hatte man die mühevollen Spekulationen des Ptolemäus, der die Himmelsbetrachtung des Altertums abschließt, vergessen und wie bald verschwanden auch die hie und da noch lebendigen, aus der Antike entlehnten Theorien von einer Kugelgestalt der Erde und von dem über der Erde sich wölbenden Himmel als Vollkugel. Phantasihafte und echt vermenschlichende Wundergeschichten traten auf den Plan, wie wir sie im VI. Jahrhundert bei Kosmas Indikopleustes kennen zu lernen Gelegenheit hatten. Daß es freilich aber auch immer wieder Gelehrte gab, die trotz aller Widerstände des ganzen Zeitgeistes an die antike Astronomie anknüpfen wollten, wurde erwähnt. Um das Jahr 1000 kommt überhaupt eine Epoche des niedrigsten geistigen Interesses und dann erst im XI. und XII. Jahrhundert beginnt wieder aus den neugegründeten Hochschulen und dem Studium der großen griechischen Denker eine neue Wissenschaftspflege zu blühen. Die Astronomie wurde wieder Wissenschaft, wenn auch insbesondere — wie wir gesehen haben — durch die unermüdliche Arbeit arabischer Gelehrten. Im Abendland wirkte damals Alfons X. von Kastilien (geb. um 1226) als Förderer der Astronomie. Er zog arabische, jüdische und christliche Forscher heran, damit sie unter der Anweisung des Isaaq ben Said Hassan, eines hervorragenden Rabbiners, neue Planetentafeln

ausarbeiten sollten. Es galt vor allem, die numerischen Angaben im *Almagest* des Ptolemäus oder die Bahnelemente der Planeten zu verbessern und zwar auf Grund der neuen Entdeckungen der Araber (z. B. Variationen in den Bewegungen der Planeten, in der Sonnenbewegung die Drehung der Apsidenlinie, die Präzession bei der täglichen Drehung der Fixsternsphäre und die Trepidation, d. i. ihre vermeintliche Unregelmäßigkeit). Das alles ergab dann, wie wir schon sagten, ganz neue Berechnungen, wenn sie auch in der Weise und Art des Ptolemäus vorgenommen wurden. Die Alfonsinischen Tafeln haben bis zur kopernikanischen Zeit Bedeutung gehabt und sind das Letzte der antiken Astronomie.

Streng genommen gehören die neuen Entwicklungen der Astronomie, die mit Nikolaus Cusanus und Leonardo da Vinci beginnen, nicht mehr in die Scholastik, ja überhaupt nicht mehr ins Mittelalter. Sie bekämpfen die eigentlich antike Lehrmeinung von der sogenannten Vollkommenheit der Himmelskörper. Die Erde und das Dazugehörige seien nicht mehr vergänglich als das Himmlische. Die Erde sei ein Stern wie jeder andere. Für alle kosmischen Körper gäbe es gleiche Gesetzmäßigkeiten. Im Weltall habe alles Bewegung und darum auch die Erde. Da sie ebenfalls ein Stern ist, dürfte sie auch eine vollkommene oder kreisförmige Bewegung haben. Uns käme es nur so vor, als ob wir im unbeweglichen Mittelpunkt der Welt ständen. Das sei aber Täuschung und Illusion u. a. m. Viele dieser Ansichten haben vorbereitend für die fundamentale Lehre des großen Kopernikus gewirkt und besonders Galileis Werk einen festen Standort gegeben. Aber nicht nur Cusanus und Leonardo da Vinci sind hier bahnbrechend gewesen, sondern auch Georg Purbach aus Peuerbach (in Oberösterreich) und Wolfgang Müller aus Königsberg in Franken (Regiomontanus). Dem ersteren verdanken wir eine vorzügliche Darstellung des ptolemäischen Systems, astronomische Beobachtungen, Korrekturen der alten Berechnungen des Ptolemäus, trigonometrische Entdeckungen u. a. m. Purbach studierte vor allem den *Almagest*. Von ihm rührt auch ein „*Quadratum geometricum*“ oder „*Gnomo geometricus*“ her. Regiomontan hatte in seinem reichen Nürnberger Freunde Bernhard Walther (1430—1504) einen freigebigen Mäcen, der ihm wertvolle Instrumente bauen ließ. Uebrigens berichtet Regiomontan von Apparaten und Hilfsmitteln, die er als unentbehrlich ansieht: ein „*opus Albionis*“, „*Sphera solida*“ (Himmelsglobus), „*Aequatorium*“, eine Tafel mit um das „*centrum mundi*“ gezogenem, in 360° eingeteiltem Kreis als Himmelsäquator, in den die Planetenörter für bestimmte Zeitpunkte nach feststehenden Berechnungen eingezeichnet sind, *Saphea* (Astrolabium), die Planisphäre, die Sonnenuhr, der Zylinder am Stabe des Archimedes, die *Regula* des Hipparch,

Ptolemäus' „Astrolabium annulare“, dessen „Regula magna“, Almagest u. a. Er beschreibt auch ein Instrument zur Messung des scheinbaren Durchmessers eines Kometen (um 1470), das aber nichts anderes ist als der „Baculus Jacob“ (Jakobstab), der den Seefahrern allbekannt war und aus dem „Stab des Archimedes“ hervorgegangen ist. Er diente eigentlich zu Distanzmessungen. Der Name Jakobstab ist für dieses Instrument von Siegmund Günther bis auf 1342 verfolgt worden. Regiomontan konstruierte auch um 1470 ein Torquetum, das ermöglichte, den Ort eines Gestirnes nach Länge und Breite, oder umgekehrt nach Länge und Breite die Zeit, die größte Tageshöhe der Sonne, die Länge des Tagesbogens zu bestimmen. Vor ihm hatten aber schon die Astronomen derlei Meßwerkzeuge. Regiomontan ist nicht der Erfinder. Er hat aber noch anderes konstruiert: z. B. eine ptolemäische Armillensphäre, Apparate für Höhenmessungen der Sonne (parallaktisches Lineal), der Sternabstände, Astrolabien, Gewichtsuhren u. a. Regiomontan arbeitet dann von diesen Voraussetzungen aus an Ephemeridenberechnungen für Sonne, Mond und die Planeten in der Epoche 1475—1506. Sein Schüler Martin Behaim verbreitete diese berühmten Ephemeriden in Spanien und Portugal, wo sie von bedeutenden Geographen und Reisenden erfolgreich benutzt wurden. Columbus verwendet sie, Amerigo Vespucci, Bartolomeus Diaz, Vasco de Gama u. a., wobei sie bei den ersten astronomischen Ortsbestimmungen für die Lage der entdeckten Gebiete, bei der Bestimmung der Grenz- oder Demarkationslinien u. a. zur Anwendung kamen. Cusanus und Regiomontan haben auch an der Kalenderreform Anteil. Der erstere hat seine Vorschläge dem Baseler Konzil (1436) vorgelegt. Regiomontan wurde sogar von Papst Sixtus IV. nach Rom berufen (1475), um hier einer päpstlichen Kommission als Mathematiker und Astronom zur Seite zu stehen. Früh machte der Tod des Gelehrten eine abschließende Arbeit unmöglich und die Verbesserungen des damals schon um 10 Tage falschen julianischen Kalenders konnten nicht zu Ende geführt werden. Erst 100 Jahre später reifte unter der Aegide Papst Gregor XIII. das neue Kalendersystem als ein Werk des Arztes und Naturforschers Aloisio Lilio aus Ciro in Kalabrien. Von weitgehender Wirkung waren auch die astronomischen Arbeiten des Pierre D'Ailly (Alliacus; 1380—1452), an denen die geographischen Vorstellungen des großen Columbus angeknüpft haben. Allerdings gehört er schon ins späte Mittelalter. An der Wiener Universität wirkten Gelehrte, die in ihrem Hauptfach eigentlich Theologen waren, aber der Astronomie großes Interesse entgegengebracht und sie gewiß gefördert haben. Hier sind Albertus de Saxonia († 1394) und Langenstein (Henricus De Hassia; 1325—1397) zu nennen.

Die Stellung der Scholastik in der Geschichte der Physik ist trotz

ihrer weitgehenden Abhängigkeit von der arabischen Wissenschaft nicht ohne Bedeutung. Es sind hier vor allem drei Gelehrte, die wir zu den größten Naturforschern des Mittelalters zählen: Albert von Bollstädt (Albertus Magnus), Roger Baco und Witelo aus Schlesien.

Wenn man auch dem Dominikanermönch Albert von Bollstädt (1193—1280) aus Lauingen als Physiker keine direkte Entdeckung zuschreiben kann, so verdient er dennoch einen Ehrenplatz auch in dieser Disziplin. Gewiß war er ein feinsinniger Mechaniker und geschickter Experimentator, der immer und immer wieder auf Erfahrung und Vergleich drängte. Sein Ruf als kenntnisreicher Mann auf dem Gebiete der Mechanik und verschiedenen technischen Künsten war zweifelsohne nicht unbegründet, wenn gewiß auch hier die mittelalterliche Phantasiehaftigkeit gern den genialen Dominikaner als Wundermann ausrief. Albert war hervorragend als induktives Talent, was uns aber besonders seine chemischen und alchemistischen Kenntnisse zeigen. Er ist in der Geschichte der Wissenschaften als Naturforscher und Alchemist von hoher Bedeutung. Insbesondere auch als der eigentliche Begründer der Scholastik und der genialste Deutsche der mittelalterlichen Theologie und Philosophie. Albert der Große entstammt dem Geschlechte der Edeln von Bollstädt und ist zu Lauingen in Schwaben geboren. Er wirkte als Dominikanermönch in den Konventen zu Köln, Hildesheim u. a. Der geniale Thomas von Aquino ist sein Schüler. 1260—1262 war Albert Bischof von Regensburg. 1280 ist er in Köln gestorben. Er war ein echter deutscher Gelehrter. 1622 sprach ihn Gregor XV. selig. Seiner enormen Gelehrsamkeit wegen nennt man ihn den doctor universalis. Als Erschließer, Erklärer und Deuter des aristotelischen Systems hat er dauernden Ruhm, wenn er auch oft in den Bahnen des Ibn Sina wandelt: die Universalien sind ante res (= vor den Dingen) beziehungsweise im göttlichen Verstande; als das den Einzeldingen Gemeinsame sind sie in den Dingen (in rebus); vermöge unseres abstrakten Denkens sind sie post res (nach den Dingen). Von seinen Hauptwerken sind berühmt: Summa Theologiae, Kommentar zum Sentenzwerk des Petrus Lombardus, Naturwissenschaftliches u. a. Eine Folioausgabe seiner Werke in 21 Bänden erschien 1651 zu Lyon und dann eine Quartedition seit 1890 zu Paris. — Die Sage hat sich gern mit Albert als Zauberer und Wundermann beschäftigt, was wohl auch dazu beitrug, daß ihm der Ehrentitel „Magnus“ oder „Doctor universalis“ zuteil wurde. Er scheint eben mehr ein universelles Genie gewesen zu sein, als ein Mann mit urtümlichen und aufs Detail hinzielenden Gedanken. Sein größtes Werk war die systematische Ordnung der Schriften des Aristoteles — und besonders auch der naturwissenschaftlichen — wobei er allerdings vielfach die arabischen Kommentare benützt. Alberts Weltanschauung — die

allerdings hier nur kurz erwähnt werden kann — weist der Vernunft bestimmte Grenzen zu und verbietet ihr, die Geheimnisse der Offenbarung erschließen zu wollen. Wo er bei den Arabern antichristliche Begriffe und Vorstellungen fand, bekämpfte er sie, vor allem ihren Pantheismus und ihre Lehre von der Ewigkeit der Welt. Nicht die Vollendung des Wissens gelte allein, sondern der weisheitliche Charakter, der einer Wissenschaft innewohnt, der eigentlich erst tiefste Wissenschaft und Philosophie sei. Albert war eigentlich der erste gewesen, der mit energischer Hand das Wissen der antiken Naturforschung (und freilich dieses auch in arabischer Gewandung) wieder dem Abendland zugeführt hat. Zweifelsohne war er der produktivste Naturforscher der Scholastik. Viel verdankt er dem damals regen geistigen Leben seines intelligenten Ordens, aus dem ja gerade im XII. Jahrhundert kein Geringerer als der geniale deutsche Mathematiker und Physiker Jordanus Nemorarius (Johannes Saxo) hervorgegangen ist. Der letztere hat auf dem Gebiete der Statik und der stereographischen Abbildung gearbeitet. Wenn wir hier gleich einiges vorwegnehmen wollen, was eigentlich streng genommen nicht in die Physik gehört, so sei es des Zusammenhanges wegen. Eine originale Leistung Alberts war es, daß er ziemlich scharf die Schneefiguren beobachtet hat. Als erster hat er auch auf den Unterschied zwischen solarem und physischem Klima aufmerksam gemacht, womit er tieferen Kenntnissen auf dem Gebiete der Lehre von den Zonen die Wege bahnte. Die antike Auffassung, daß nur die beiden gemäßigten Zonen bewohnbar seien — auf Xenophanes und Parmenides geht diese Lehre zurück —, erhielt hierdurch schon manche gründliche Korrektur. Alberts größte Verdienste als Naturforscher liegen allerdings auf dem Gebiete der beschreibenden Naturwissenschaften, auf die wir noch zu sprechen kommen.

Roger Baco (geb. um 1210 und 1214 in der Nähe von Ilcester in der Grafschaft Sommerset, gest. nach 1292), der berühmte doctor mirabilis, gehört — wie neuerdings wieder Sebastian Vogl nachgewiesen hat — zu den genialsten Naturforschern und insbesondere Physikern des Mittelalters. Er studierte an der Hochschule zu Oxford, wo ein Verwandter Rogers, Robert Baco, als Professor wirkte. Sein geistiges Reifen fällt in die Zeit, da die Dominikaner und Franziskaner als Orden ihren ersten kulturellen Aufstieg erlebten. In ihrem gegenseitigen Wettstreit stand Roger Baco mitten drin. Bald hatten aber besonders die Franziskaner auf die Universität Oxford machtvoll eingewirkt und ihre begabten Vertreter, wie Robert Grosseteste (1175—1253), den Physiker, Mathematiker und Enzyklopädisten und später Bischof von Lincoln, dann Adam von Marsch, den doctor illustratus, u. a. als Lehrer und Organisatoren entsandt. Ihnen wie auch dem tüchtigen Naturforcher Petrus

Peregrinus aus Maharncuria saß auch Roger Baco als Schüler und Freund zu Füßen und hörte Theologie, Philosophie, Physik und naturwissenschaftliche Enzyklopädie. Den empirischen Sinn und die reiche experimentelle Begabung, die in Roger Baco schlummerten, haben diese Gelehrten in ihm zur Flamme entfacht. Er sagt z. B. selbst von Robert Grosseteste: „Es hat ausgezeichnete Männer gegeben, wie der Bischof Robert von Lincoln und Adam von Marsch, welche die Ursachen aller Erscheinungen nach mathematischen Gesetzen erklärten. Wir sehen dies deutlich aus ihren Werken, die da handeln von dem Gange der Strahlen, wie es der Fall ist beim Regenbogen, bei den Kometen, bei den Farben und den Erscheinungen am Himmel.“ . . . Noch hatte sich aber Roger Baco für keinen Orden entschieden, dem er fürs Leben angehören sollte! Mancherlei Entschlüsse und Zweifel kämpften in diesem genialen Mann. Um 1240 geht er von Oxford nach Paris. Hier in der Metropole der damaligen Wissenschaft lernte er arabisch-jüdische Gelehrsamkeit kennen, vor allem den Aristoteles und seine arabischen Kommentatoren, die großen arabischen Naturforscher und Aerzte (Ibn al Haitam, Ibn Sina, Averroës u. a.) und setzte von diesem Standort aus seine naturwissenschaftlichen Studien fort. Besonders die Physik hat ihn angezogen. In Paris promovierte er auch zum Doktor der Theologie, wenn auch sein Hauptinteresse der Naturforschung galt. An seine unermüdlichen Studien erinnert sein Wort an Papst Klemens IV.: „Ich habe von Jugend auf in Wissenschaft und Sprachen geforscht und viel Nützliches gesammelt und nach Autoren geordnet. Denn ich suchte die Freundschaft aller Gelehrten unter den Lateinern und ließ auch selbst wieder Jünglinge in Sprachen, in Geometrie (in figuris), Arithmetik (in numeris), Astronomie (in tabulis), Experimentalwissenschaft (in instrumentis) und vielem Notwendigen unterrichten. . . . Wenn jeder es sich so viel kosten ließe wie ich, würde ein großer Teil der Physik vollständiger bearbeitet sein; denn ich habe während zwanzig Jahren mehr als 2000 Libras¹⁾ für seltene Werke, verschiedene Instrumente und Experimente aufgewendet“ (Opus III). Etwa 1250 kehrte er nach Oxford zurück und dürfte in dieser Zeit in den Orden der Franziskaner eingetreten sein. Es war aber kein glücklicher Entschluß, denn Roger Baco hat die Strenge und Gebundenheit des Ordenslebens nur sehr schwer und leidvoll getragen. Sein Feuergeist, der viel von der Ruhelosigkeit und Bewegtheit der Renaissance hatte, war nicht in die engen Regeln eines Zwanges zu bannen, und auch seine freie, völlig neue Weise, Wissenschaft zu treiben und zu organisieren, machte ihn bald unbeliebt und verdächtig. Er galt als ein Vertreter der „geheimen Wissenschaften“.

¹⁾ 1 libra = etwa 50 Mark.

sein kühnes Experimentieren, das sich über alle Theologie und Tradition hinwegsetzt, wurde als nicht mit der Ordensregel vereinbar betrachtet. Sogar ein so feiner Kopf, wie Bonaventura, der 1255 zum Ordensgeneral aufstieg, konnte den genialen Franziskaner nicht mehr halten und mußte ihm Tadel und Rüge erteilen. Bald war Roger ganz allein: Freunde und Förderer waren tot, ein neuer Schülerkreis war zu schwach und ohne Einfluß. 1257 erfolgte seine Versetzung ins Ordenshaus nach Paris, wo für ihn die düstere Zeit, ein mühsames und demütigendes Leben begann. Er selbst erzählt in seinem Hauptwerk davon und schildert uns dieses schwere und ereignisarme Dasein wie das eines Gefangenen. Gewiß dürfte damals Roger Baco vor einem inneren Zusammenbruch gestanden haben. Doch glücklichere Tage mit sonnigen Hoffnungen reißen ihn wieder aus dieser Nacht: sein Gönner Guido Fulcodi wird als Papst Klemens IV. ausgerufen. Unter seinem Schutze raffte sich Roger Baco wieder auf und schrieb — allerdings unter den Bedrängnissen seines armen Mönchslebens — seine Lebensarbeit: das *Opus maius, minus und tertium*. Das letztgenannte Werk ist ein Auszug aus dem *Opus maius*. 1267 ließ er diese wertvolle Arbeit nebst einer Brennkugel (*crystallum sphaericum*) dem Papst überreichen. Zu früh ist ihm aber dieser verläßliche Gönner gestorben. Gregor X., ein Mann, der dem Bonaventura nahestand, war nicht Rogers Freund. So kamen abermals trübe Tage und die Bitterkeit eines gehemmten Gelehrtenlebens. Wieder türmten sich Rügen und Verfahren gegen ihn. Damals (1271) legte er all sein Leid in die Arbeit *Compendium studii philosophiae*. Im Jahre 1278 begann aber das Unglück mit voller Wucht auf ihn hereinzubrechen, da er nach einer strengen Untersuchung auf Befehl des Ordensgenerals Hieronymus von Ascoli abermals in jahrelange Haft kam. Volle 14 Jahre hat Roger Baco hier in der müden Alltäglichkeit eines Klostergefangenen sein Leben verdämmert, wenn auch immer schaffend an den Problemen, die seine nach wissenschaftlicher Denkarbeit drängende Seele erfüllten. 1292 erlöste ihn der Ordensgeneral Raymund Galfredi. In diesem Jahre entstand auch Rogers *Kompendium der Theologie*. Weitere Berichte über ihn hören von da ab auf.

Roger Bacos Leben war das eines mißverstandenen Forschers, der die Bitternisse und Mühseligkeiten des mittelalterlichen Gelehrtentums bis zur Neige kosten mußte. Er stand in einer Zeit vorurteilsschwerer Wissenschaft und Gebundenheit, die ihm alle empirische Arbeit und freiere Naturbetrachtung unsäglich erschwerte. Und doch, was hat nicht dieser grübelnde Mann, trotz all der Schwierigkeiten, die ihm entgegengestellt wurden, Großes und seiner Zeit Vorauseilendes geleistet! Er ist der bedeutendste Physiker der Scholastik geworden. Freilich an Leid und Bedrängnis war seine Wanderung überreich und fast legen

diese schmerzhaften Stürme einen düsteren Glanz um sein reiches Werk. In der schweren Luft eines unfreien, allerdings selbstgewählten Daseins fühlte er sich aber trotzdem zeitlebens hinausgehoben über die Enge seiner Umgebung und ward von den Gedanken seiner Wissenschaft weit über sich hinausgeführt. Roger Baco ist nicht untergegangen in den aussichtslosen Debatten seiner Tage und hat nicht seine Kräfte in Protest oder Polemik verloren. Sein Leben war immer Gelehrtenarbeit. Alle ungezügelte Kombination hat er abgelehnt. Er wußte nur zu gut um die Werte und Bedürfnisse der Wissenschaft seiner Zeit.

Roger Baco hat, wie schon erwähnt, als Naturforscher von seinen Lehrern und Freunden Robert Grosseteste und Adam von Marsch und vor allem von dem begabten Experimentator Petrus Peregrinus aus Maharncuria (Maricourt) in der Pikardie Grundlegendes gelernt. Letzterer war auch der Verfasser einer nicht unberühmten Schrift über den Magneten. Von ihm hat Roger die Praxis als Empiriker. Selbstverständlich steht Roger in den Grundfragen auf dem Boden der Antike. Aristoteles, Euklid (Geometrie und Optik), Ptolemäus (Optik), Tideus (Optik), Theodosius (die Geometrie der Kugeloberfläche), Plinius der Ältere (Enzyklopädisches), Seneca (Physik im allgemeinen und Meteorologie), Solinus, Augustinus (Astronomisches und über das Wesen des Sehvorganges), Boëtius (480 n. Chr.), Cassiodorus (477 n. Chr.), Constantinus Afrikanus (Anatomie des Auges und des Gehirns) und Jordanus Nemorarius (gest. 1137; Mechanik und Mathematik) sind seine Quellen abendländischer Wissenschaft. Seine eigentlichen Gewährsmänner — besonders für seine Optik — sind die Werke der arabischen Naturforscher: vor allem Ibn al Haitam (Alhazen; das bereits genannte Werk über die Optik), Ibn Sina (Avicenna; besonders Theorien über Perspektive in den Schriften *Al Schafâ*, *de animalibus*, *de anima*), Ibn Rošd, Al Kindi (Optisches), Tâbit ben Korra (Physik und Astronomie), Al Fârâbi (Philosophisches, Enzyklopädie), Al-Fargâni (Astronomie), Al-Battânî (Astronom), Albumazar (885; Astronomisches), Al Gazzâli (1059—1111; Logik), Al Zarkâli (Astronom), Haly Abenrapel (um 1100; Astronomie in Verbindung mit Heilkunde und Astrologie: *Iatromathematik*), Artephius (Alchemie und Okkultistisches), El-Quabîsî, Mâschâllâh b. Atarî, die Astronomen Isaak Israel und Altavicus.

Roger Baco war durch und durch Empiriker. Dabei anerkennt er aber die Auktorität des Augustins für weisheitliche Probleme und religiöse Geheimnisse und die des Aristoteles, „des Fürsten der Philosophie“, der alle als Naturforscher überrage. In seiner scholastischen Philosophie ist er ein Mittelding zwischen Realist und Nominalist. Gewiß hat sein Denken vom Neuplatonismus gewisse Akzente. Wissenschaft und Methode werden von ihm scharf kritisiert. Er weist darauf hin, daß ihr

Fortschritt durch eine falsche Pietät gegen Auktoritäten vergangener Zeiten gehemmt werde, „denn die heutigen Geschlechter müssen weiter sein, als die früheren, weil sie Erben der ganzen Vergangenheit sind“. Oder er sagt: „Ich achte den Aristoteles und halte ihn für den Fürsten der Philosophen, aber ich folge nicht immer seiner Meinung und entferne mich von ihm. Aristoteles und die anderen haben den Baum der Wissenschaft gepflanzt, aber der hat noch lange nicht alle Zweige getrieben, noch lange nicht alle seine Früchte gebracht“ (Opus maius, I 55). Alle Forschung beruhe auf dem Studium der Natur. Das soll aber nicht theoretisch gemeint sein als These, sondern als wirkliche Tat, wirkliche Beobachtung und wirklichen Vergleich. Nur am Naturobjekt könne man Naturwissenschaft studieren und nicht durch philologische Debatten über naturwissenschaftliche Schriften alter Autoren. Die Naturwissenschaft — sagt Roger Baco — ist Experimentalwissenschaft (*scientia experimentalis*). Das Wort steht hier bei diesem Gelehrten das erstemal. Aber auch ohne Mathematik sei Naturwissenschaft unmöglich. Alle Physik sei gewissermaßen auch immer mathematische Physik. Astronomie ohne Mathematik ist keine Wissenschaft. Die naturwissenschaftlichen Irrtümer können vermindert werden, wenn man den inneren Gründen des Irrens, des Fehlers und der schlechten Beobachtung nachgeht. Seine Experimentalwissenschaft faßt Roger Baco etwa dahin zusammen: „1. Diese Wissenschaft bestätigt die Resultate, die aus anderen Wissenschaften bereits gewonnen sind, vor allem die aus der Mathematik. 2. Dringt sie bis tief auf den Grund und die Grenzen der Wissenschaft und sucht dort die herrlichen Wahrheiten, die sonst durch keine Mittel zu erreichen sind. 3. Betrachtet sie ihre Ergebnisse nicht bloß in Hinsicht auf andere Wissenschaften, sondern genügt sich selbst und bezieht sich auf vergangene, gegenwärtige und zukünftige Dinge und auf die Beobachtung von herrlichen Naturgesetzen und darum ist sie die erste und die Königin aller Wissenschaften.“

In seinen speziellen Kenntnissen auf dem Gebiete der Physik ist Roger Baco ganz vom Altertum und den Arabern beeinflusst, wenn er auch nicht — wie sein Kenner und Bearbeiter Sebastian Vogl meint — eine einfache Kompilation geboten hat. Baco faßte genial zusammen und hob das Kernhafte aus dem Nebensächlichen und Weitschweifigen heraus. Er hat das Uebernommene wohl durchdacht und selbständig seinen Ideengängen eingegliedert. Klarheit und Frische des Auffassens, Plastik des Denkens, kräftige Anschauung und wohl erwogenes, gezügeltes Kombinieren sind seine Methode in der Detailforschung, aber auch als Zusammenfasser hat er den Mut und die Ehrfurcht eines echten Naturforschers gezeigt. Ueberall übt er aber auch Kritik und lehnt voreilige Pietätswerte ab. Sein größtes Verdienst ist aber, wie wir schon sagten, die

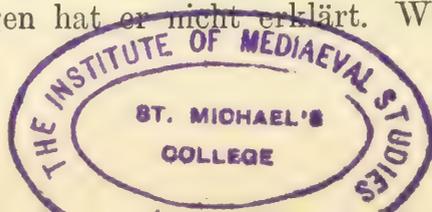
neue klare und zwingende Methode einer exakten Experimentalwissenschaft, und auf sie baute er seine ganze Physik auf. Schon er strebte nach einer tieferen Erfassung der Einheit ihrer Phänomene und drängte nach Erschließung der einfachsten Tatschengruppen und der Elemente im Ablauf der Erscheinungen. Fast alle Gebiete der Physik hat er bearbeitet. Vor allem die Optik oder die „Wissenschaft der Perspektive“: Theorie des Sehens oder die Lehre von den Spezies. Unter dem letzteren Namen verstand man ein Bild, das von dem Gegenstand ausgeht und durch die Luft hindurch fortgepflanzt wird. Dann gelangt es mittels der Nerven in das Sensorium commune und wird hier species impressa. Im Bewußtsein und im Erkennen wandelt es sich letztlich in species expressa. Baco untersucht nun Art und Weise der Fortpflanzung der Spezies, ihre drei Dimensionen, dann die Zeit, die der Gang des Lichtes erfordert, Kreuzung und Vermischung der Spezies, Stärke der Wirkung, die Optik und Anatomie des Auges (Häute, Feuchtigkeiten, Eigenschaften der Augenteile, Ort der Entstehung des Sehens, Bedingungen für das Sehen, optische Täuschungen u. a.), die Reflexion (Katoptrik; Apparat zur Ermittlung der Reflexionsgesetze), den Spiegel (Planspiegel, Konvexspiegel, sphärischer Hohlspiegel, parabolischer Hohlspiegel), die Refraktion (Dioptrik; Apparat zur Messung des Brechungswinkels, Veränderung der Bilder infolge der Strahlenbrechung, Vergrößerungsgläser, Brennkugel u. a.), das Wesen des Regenbogens, Camera obscura („die durch eine Oeffnung erzeugten Bilder“) u. a. Dabei pflegte Roger Baco aber auch die Lehre von der Wärme, Akustik, einiges wenigens aus Mechanik (über das Wesen der Materie, Wage, Luftdruck, Erd- und Weltgestalt, Ebbe und Flut), das aber nicht an antike und arabische Vorarbeiten heranreicht. Auch über Magnetismus hat er Beobachtungen gemacht. Alles in allem stehen aber sein ganzes Material und seine Ergebnisse auf antiker und arabischer Basis. Es ist hier nicht möglich, auf alle diese physikalischen Theorien kritisch einzugehen und weisen wir auf die Spezialarbeiten von Seb. Vogl, Charles, E. Wiedemann, Jebb, Bridges und Brewer hin. Wir sagten, Rogers Ideen ruhen ganz auf der Kenntnis der Antike und der Araber. In vielem ging er aber über seine Lehrmeister hinaus. Es ist ihm die sphärische Aberration bekannt, manches, was ihn irrtümlich als ersten Erfinder des Fernrohrs erscheinen ließ, er stellte geistreiche Ausgleichsrechnungen zur Verbesserung des julianischen Kalenders an u. a. Auch vom Schießpulver ist in seinen Schriften die Rede, dann vom Kompaß, von der Aviatik (Flugschiffe), von seltsamen Vergrößerungsgläsern u. a. Ein prophetisches und ahnungsschweres Wort bei Roger Baco ist heute wieder aktuell: „Es können Wasserfahrzeuge gemacht werden, welche rudern ohne Menschen, so daß sie, während ein einziger Mensch sie regiert,

mit einer größeren Schnelligkeit dahinfahren, als wenn sie voll schiffbewegenden Menschen wären. Auch können Wagen gebaut werden, so daß sie ohne ein Tier mit einem unermesslichen Ungestüm in Bewegung gesetzt werden.“ Auch hier hat er einen scharfen Blick in die Zukunft bekundet.

Neben Albertus Magnus und Roger Baco ist Witelo einer der interessantesten Gelehrten der scholastischen Naturforschung. Er wurde um 1230 im damaligen Polen beziehungsweise Schlesien (in der Gegend zwischen Liegnitz und Breslau) geboren. Sein richtiger Name ist nur Witelo, denn Bezeichnungen wie Vitello, Vitellio oder Ciolek sind ungeschichtlich. Der Vater war ein aus Thüringen eingewanderter Deutscher, seine Mutter Polin. Er nennt sich darum „Thuringopolonus“. 1260 studiert er an der Hochschule Padua, wo er Naturwissenschaft, Mathematik und Philosophie treibt. Bald nachher führt ihn sein Weg nach Viterbo, dem damaligen Sitze der römischen Kurie. Hier knüpften ihn enge Beziehungen an den Bearbeiter der ptolemäischen Optik und archimedischen Hydrostatik, Wilhelm von Moerbeke, der die Würde eines Pönitenziars des apostolischen Stuhls bekleidete. Schriftstellerisch beschäftigte Witelo damals, wie er berichtet, ein Werk über die „Stufen des Seienden“ (De Ordine Entium), das er aber liegen läßt, um sein bedeutendes naturwissenschaftlich-mathematisches Buch „Perspektive“ zu Ende zu führen. Neben diesem interessanten Werk ist der ihm von Klemens Baeumer bis auf weiteres zugeschriebene Traktat „De intelligentiis“ insbesondere für die Geschichte der Philosophie äußerst wertvoll. Er ist wohl identisch mit der von Witelo genannten, damals unterbrochenen Arbeit De Ordine Entium. Die grundlegenden Teile der „Perspektive“ sind in Viterbo und Padua entstanden und haben hier ihre entscheidende Anregung erhalten. Um 1270 herum dürfte er dieses Werk dem Wilhelm von Moerbeke gewidmet haben. Es ist wahrscheinlich, daß Witelo zur Kurie in Beziehung stand und Geistlicher gewesen war. Er dürfte vielleicht nicht lange nach 1270 im Prämonstratenser-kloster Vicoigne bei Valenciennes gestorben sein.

Seine naturwissenschaftlichen Ansichten legte er vor allem in der „Perspektive“ nieder, einem Buche, das schon im Mittelalter reiche Verbreitung fand. Das erstemal wurde sie 1535 bei Johannes Petreius in Nürnberg gedruckt, dann folgt 1551 ein Wiederabdruck beim selben Verleger und 1572 die zweite und verbesserte Ausgabe von Friedrich Risner, die in Basel erschien. Die naturwissenschaftliche Basis ist die Philosophie und Optik des Ibn al Haitam, wie er sie in seiner Schrift „De Aspectibus“ ausspricht. Trotz dieser geflissentlichen Anlehnung bietet aber Witelo eine selbständige Arbeit und zwar insbesondere nach der psychologischen Seite hin. Als Philosoph ist er eine Mischung von

Aristoteliker und Neuplatoniker, so wie ja manche Denker in der Zeit der Hochscholastik. Er untersucht gründlich Assoziation und Apperzeption, baut alles auf eigene Erfahrung auf und ist Meister in der systematischen Einordnung und Zusammenfassung. Witelo geht auf die Totalität und gibt uns ein abgerundetes Lehrbuch der Optik, Katoptrik, Dioptrik und Geometrie. Klemens Baeumker, der uns in vorbildlicher Weise eigentlich erst die Persönlichkeit und das Werk dieses Mannes erschlossen hat, machte auch wieder die „Perspektive“ in kritischer Textgestalt zugänglich. Ihr Inhalt ist etwa folgender. Die grundlegenden geometrischen Sätze, übersichtlich zusammengestellt, leiten ein. Hierauf folgt eine physikalische Erörterung über die Fortpflanzung des Lichtes. Damit die Erfassung des Lichtes durch das Auge erklärt werden könne, äußert sich Witelo über den Bau des Auges, das direkte Sehen, die Eigentümlichkeiten des Sichtbaren und die Gesichtstäuschungen beim direkten Sehen. Hierauf folgt die Untersuchung des reflektierten Lichtes und die Arten der Spiegel (ein Planspiegel, drei konvexe und drei konkave Spiegel), wobei insbesondere die Eigenschaften des Planspiegels genau besprochen werden. Daran schließen sich Erörterungen über die Behandlung der zylinder- und kegelförmigen konvexen Spiegel und der zylinder- und kegelförmigen Hohlspiegel. Die Darstellung der Erscheinungen der Lichtbrechung beim Uebergang aus einem durchsichtigen Medium in das andere beschließt das Buch. Es ist ähnlich wie der Traktat *De intelligentiis* durchwirkt vom Schwung neuplatonischen Denkens, wie es vor allem von Plotin und Proklus ausgegangen ist. Witelo redet also mehr aus jener eigentümlichen hochscholastischen Bewegung heraus, die den damals offiziellen Traditionen des Averroës, Augustinus, Aristoteles ferner steht, aber gewiß auf manche Scholastiker und bis auf die Tage der Mystik und der Frührenaissance mächtig eingewirkt hat. Alle niederen Erscheinungen seien das Abbild einer idealen höheren Welt! Aber immer ist Witelo exakter Naturforscher und Mathematiker. Ueberall im Kreis seiner scharfen und mit wählender Kritik vorgenommenen Beobachtungen zeigt er den induktiven Kopf: ob nun in seiner Unterscheidung der Wahrnehmungsinhalte in unmittelbar empfundene und assoziative Elemente, ob in seinen Theorien der unbewußten Schlüsse oder seinen Untersuchungen der Probleme über Tiefendimension in der Raumschauung u. a. Witelos Ansichten über die Refraktion — obwohl sie sich vielfach ganz auf griechischen und arabischen Grundlagen erheben — waren ebenfalls recht scharfsinnige und zielen dahin, Refraktion und die Entstehung des Regenbogens einander näher zu bringen. Aristoteles schon hat sich mit dieser Frage beschäftigt, indem er allerdings das Problem mehr nach der geometrischen Seite hin behandelte. Die Farbenerscheinungen hat er nicht erklärt. Witelo ist bei aller Ab-



hängigkeit von Ibn al Haitam ein begabter Physiker, wenn er auch nicht an Roger Bacos Selbständigkeit in der Methode heranreicht. Aber gewiß ist er ein mathematisch-exakter Naturforscher, der mit feinem Verständnis Ibn al Haitams und antike Kenntnisse einer folgenden Zeit weitergibt.

Von anderen Forschungen auf dem Gebiete der mittelalterlichen Physik gehört hierher die Erfindung der Brillen, die ins endende XIII. oder beginnende XIV. Jahrhundert fällt. Bei Roger Baco eigentlich liegen schon ganz leise Vorahnungen vor. Sicher ist es nicht, ob wirklich Salvino degli Armati († 1317) oder Alexander De Spina geschliffene Gläser zu Doppelaugengläsern vereinigten. Ein sehr begabter Optiker jener Zeit war auch der Mönch Theodorich von Freiberg in Sachsen (1310), der sich vielfach mit den Refraktionserscheinungen beschäftigte und sie zur Erklärung der Entstehung des Regenbogens heranzog. Weit seiner Zeit vorausseilend, hat Theodorich von Freiberg i. S. für Haupt- und Nebenregenbogen unsere heutigen wissenschaftlichen Deutungen vertreten, wenn auch mit Ausnahme des Farbenbildes. Mit der Konstruktion der Uhren (Gewichtsuhren) haben sich schon früh Pacificus in Verona (840) und Wilhelm von Hirsau (Ende des XI. Jahrhunderts) beschäftigt und sie dem allgemeinen Gebrauch zugeführt. Seit 1120 kennt man Gewichtsuhren in Klöstern. Nach 1360 tauchen die ersten Turmuhren in Oberdeutschland und in der Schweiz auf. Im Jahre 1370 konstruierte der deutsche Mechaniker Heinrich von Wyk eine Schlaguhr mit regulierendem Balancier, und um dieselbe Zeit arbeitet auch der berühmte Uhrkünstler Giovanni De Dondi (Dall' Orologio). Später wurde Nürnberg die Metropole der Uhrentechnik und angewandten Mechanik überhaupt und behielt bis gegen 1600 diesen Vorrang. 1485 schon hat hier Bernhard Walter seine große astronomische Uhr aufgestellt, um 1500 kommen die ersten „Nürnberger Eier“ (ellipsoidisch geformte Taschenuhren) in den Handel, Turmuhren werden mit wunderbaren Werken und kalendarischen Beigaben konstruiert u. a. Es war dies überhaupt in dem mechanischen Gewerbe des damaligen Nürnberg begründet, auf das auch andere Artikel zurückgehen, z. B. Papier- und Messingbearbeitung, Drahtzug, Windbüchsen u. a. m. Die erwähnten Nürnberger Taschenuhren haben Peter Henlein aus Straßburg, der nach Franken übersiedelt war, zum Erfinder.

In England wirkte Giraldus Cambrensis insbesondere an der Hochschule Oxford. Wenn er auch mehr Geograph war und hier die erste Vorlesung dieser Art hielt, hat er doch auch als Physiker gearbeitet. Z. B. seine Kenntnisse über die Physik der Atmosphäre u. a. Der Niederschotte Johannes De Sacrobosco († 1256), dessen „Sphaera materialis“ (elementare Sphärik) ein weit berühmtes Kompendium wurde.

Von anderen Physikern dieser Zeit nennen wir den besonders als Optiker bekannten Johannes Peckham († 1292), Wilhelm von Conches, Thomas Bradwardin († 1349; Studien über Materie und Unendlichkeit) und die Lehrer und Freunde Roger Bacon, von denen schon die Rede war. Daß der große Thomas von Aquino sozusagen ein Vorläufer der mechanischen Wärmetheorie ist, möchte hier erwähnt sein.

Wenn wir uns den geographischen Disziplinen dieser Zeit zuwenden, soweit sie zur Naturforschung beziehungsweise Physik in Beziehung stehen, so möchte vor allem ein Dichter genannt sein, der eigentlich als Gelehrter nicht so leicht in die Entwicklung der Naturwissenschaften einzurechnen ist: Dante Alighieri (1265—1321). Er hat an die Naturforschung der arabischen Kosmographen, dann an Albertus Magnus und Brunetto Latini angeknüpft. Dante war, wie schon erwähnt, ein energischer Vertreter der Antipodenlehre. Auch Alberts Zeugungstheorie entlehnte er fast Wort für Wort (25. Gesang des Purgatorio). Er war ein genialer Physiker und Kosmograph. Seine Ansichten über die Kugelgestalt der Erde haben sich der festen Ueberzeugung sehr genähert, daß unser Erdball auf der uns entgegengesetzten Seite bewohnt sei. Eine damals gewagte Lehre. Hat doch sogar noch Columbus eine Korrektur von seiten der Forscher Salamancas entgegennehmen müssen, daß die andere Erdhälfte nicht bewohnt sei, weil dies gegen die Bibel und die heiligen Kirchenväter Lactantius und Augustinus spräche. Das war kurz vor seiner weltstürzenden Entdeckung Amerikas! Doch kehren wir zu Dante zurück. Er äußert sich in seiner „Divina Commedia“ und im „Convito“ des öfteren über Fragen der mathematischen und physikalischen Geographie. Nicht ganz sicher ist es, ob die um 1304 geschriebene Studie „De aqua et terra“ Dantes Arbeit ist. Die Frage ist noch offen. Hier steht vor allem eine gründliche physikalische Untersuchung der falschen, aber im Mittelalter weitverbreiteten Lehre, Erde und Wasser seien zwei exzentrische sphärische Massen. Wie dem auch sei, sicher ist, daß bereits die damalige Zeit aner kennenswerte geographische Kenntnisse hatte. Raimundus Lullus arbeitet um 1300 an den Verbesserungen der antik-griechischen Schiffsrechnung, die in nachfolgender Zeit allerdings dem sogenannten „Marteloio“ zugeschrieben wurde. Im XIV. und XV. Jahrhundert tauchen die Kompaßkarten auf, die vielfach nach der alten Plattkartenmanier des Tyriers Marinus gearbeitet sind. Um diese Zeit wird auch der Schiffskompaß im Abendland immer mehr und mehr bekannt. Die Erfindung dieses wichtigen Instrumentes im Abendland liegt noch etwas im Dunkel oder im Ungewissen, wenn wir auch wissen, daß ihn schon die Chinesen kannten. Ob im Abendland der Kompaß wirklich auf die etwas mythische Gestalt des Flavio Gioja aus Amalfi

zurückgeht? Ganz sicher ist es nicht. Gewiß wird aber die Nordweisung um das endende XII. Jahrhundert bereits genannt. Zwei Poeten kommen hier in Betracht: Guiot de Provins und Jacques de Vitry. Albertus Magnus ist mit dem Kompaß schon intim vertraut und spricht von ihm so gar nicht wie von einer Neuerfindung. — Von Forschungsreisenden, die durch ihre Entdeckungen auch der Naturwissenschaft reichen Ertrag brachten, sei der erste deutsche Geograph, Adam von Bremen (um 1075), genannt. Seine Studie „Ueber die Inseln des Nordens“ verrät bereits klares geographisches Verständnis und wählende Kritik für Ueberlieferungen und ethnographische Sagenbestände. Zentralasien und China werden in dieser Zeit oft als Ziel geographischer Forschungen genannt, wie überhaupt jetzt das wissenschaftliche Moment bei Reisenden stärker hervortritt. Z. B. bei Pians de Carpine, Ruysbroek u. a. Daß freilich die ästhetischen Interessen am Landschaftlichen von ökonomischen Interessen und nüchterner Beschreibung oder von dem, was vielleicht einen damaligen Großhändler oder Finanzmann anging, völlig verdrängt wird, sagten wir schon gelegentlich der Reiseberichte der Kreuzfahrer. Das Bedeutendste aber, was jene Zeit an geographisch-naturkundlichen Leistungen aufzuweisen hat, sind die geradezu staunenswerten Verdienste des Venezianers Marco Polo, der 1262 mit seinem Bruder Nicolo in die damals ganz unbekanntere Mongolei eindringt. Hier knüpfen ihn dann freundschaftliche Beziehungen an den Hof Kublai-Khans, unter dessen Regierung der mongolische Staat zu großer Blüte gelangt war. 1275 kamen die Brüder ein zweitesmal nach unsagbar mühevoller, 4 Jahre dauernder Reise in die Residenz des Großkhans, worauf dann insbesondere Marco auch als ein leitender Staatsbeamter und Verwalter chinesischer Städte von der Regierung bevollmächtigt wurde. Diese Wirksamkeit machte dem hochbegabten Venezianer eine immer intimere Kenntnis ferner und unbekannter Länder möglich, sie ließ ihn Sitten, Gebräuche, Landschaft, Flora und Fauna kennen, dann Bergbau, Nahrungs- und Genußmittel und vieles andere. Ein weiterer glücklicher Umstand führte ihn aber zu seiner wichtigsten Entdeckung; nämlich, als er politischer Missionen wegen Persien aufsuchen wollte und Kriegerunruhen den Weg durch das Innere von Asien absperreten, da suchte er und fand den Seeweg von China nach Europa. 1291 traten die zwei Brüder die Reise an und kamen 1295 nach Persien, von wo sie dann in ihre Heimat, Venedig, zurückkehrten. 24 Jahre waren sie ihr fern. Das Interessante ist nun, daß Marco Polo 1298, gelegentlich einer Kriegsgefangenschaft in Genua, seine ganzen Reiseerlebnisse und bewundernswerten Forschungsergebnisse im Kerker in französischer Sprache diktiert. Dieses Werk, das neuerdings Edmund O. v. Lippmann, Pauthier, Cordier und Yule gründlich durchforscht haben, zeigt uns eben erst, was dieser

geniale Reisende geleistet hat. Er war zweifelsohne der erste Europäer, der ganz Asien in seiner Totalität durchquert hat, das eigentliche chinesische Reich kannte und die Gestade des Stillen Ozeans sah. Schon sein Hinweg nach der Mongolei ließ ihn kennen lernen: Armenien, Syrien, Mesopotamien, Persien, Afghanistan, Turkestan, das Pamirplateau, die mongolische Wüste, die ganze Mongolei und Mandschurei und endlich Peking. Der berühmte Rückweg ging vom Hafen Zaitun in Südchina aus und zwar vorerst nach Cochinchina, Tonkin, Cambodja, dem indischen Archipel, Sumatra, dann nach den Andamanen und Nikobaren, Ceylon, die vorderindische Küste, persischer Meerbusen, Persien, Armenien, Trapezunt, Konstantinopel, Negroponte und Venedig. Dazu kommen noch die großen Reisen, die Marco Polo als Beamter des Kublai-Khan unternommen hat und die ihn ins Innere von China, Tibet, Siam und Birma u. a. führten. Er war der erste Europäer, der diese Länder sah und auch von der Existenz Japans (das Inselreich „Jih-pen-kwe“, d. i. das Land der aufgehenden Sonne) erfuhr. Nie hat man vor Marco Polo von diesen fernen Ländern jemals Kunde gehabt oder je ihren Namen vernommen. Seine Zeit hat ihn aber nicht verstanden, denn erst viel später nahm die Wissenschaft den vermeintlichen Märchenerzähler ernst. Der große florentinische Geograph Toscanelli (XV. Jahrhundert) warb ihm wohl die berühmtesten Anhänger und Leser und vor allem einen, dessen Namen nie vergessen werden wird: Columbus! Wie schon erwähnt, Marco Polo hat mit seinem Reisebuch aber auch als Naturforscher ein geradezu klassisches Quellenwerk geschaffen, das nicht nur den Oro- und Hydrographen, Meteorologen, Mineralogen und Geologen Wertvolles brachte, sondern auch noch den Chemikern, Zoologen, Botanikern u. a. Wie viel Interessantes steht hier nicht über Steinkohle als Brennmaterial, Metalle, edle Gesteine, Nahrungs- und Genußmittel, Erdöl, Indigo, Baumwolle, Seide, Lederfabrikation, Gewürze, Heilmittel, Drogen, Porzellandarstellung u. a.! Damals als Fabel empfundene feine Höhenbeobachtungen, wie z. B., „daß auf der Hochebene des Pamir, wegen der ungeheuren Erhebung der Berge und der Schärfe der Luft, das Feuer nicht von derselben Helligkeit und Hitze ist wie in der Ebene, und die Speisen nicht ebenso gar kocht“. Das Wasser siedet nämlich in den Höhen des Pamirplateaus schon bei etwa 83°. Seine chemischen Beobachtungen sind, wie Edmund O. v. Lippmann nachwies, sehr weitgehend.

Den Werdegang der Chemie in der scholastischen Zeit haben wir bereits gelegentlich der Besprechung der arabischen Naturforschung teilweise vorweggenommen, insbesondere in bezug auf die Frage nach dem echten Geber und den lateinischen Schriften des Abendlandes unter seinem Namen, die erst im XIII. und XIV. Jahrhundert entstanden und mit

dem Araber gar nichts zu tun haben. Unter der Patronanz berühmter Namen tauchen damals viele chemische Werke auf. Aber auch das Abendland hatte schon immer Chemie, Alchemie und chemische Technik getrieben und berühmte Forscher auf diesem Gebiete waren Albertus Magnus, Arnald von Villanova, Vincenz von Beauvais u. a. Nicht an letzter Stelle war es auch hier die Arbeit, die Industrie und das Gewerbe, die dieser Disziplin eine gute Basis boten. Hat man doch den Ursprung der Vorschriften der Goldschmiedekunst in den teils richtigen, teils falschen Theorien der Alchemie zu suchen. Gewiß hat sich hier vieles direkt aus dem Altertum durch mündliche Tradition oder durch Ueberlieferung von römischen Laboratoriums- oder Werkstattgeheimnissen ins Mittelalter hinübergerettet. Also ohne den Umweg über die Araber! Freilich ist viel zu viel verloren gegangen, um hier Abschließendes zu sagen. Sicher aber ist — und darauf hat ebenfalls Marcelin Berthelot aufmerksam gemacht —, daß die Verfahren der Industriellen des Altertums, ebenso wie heute, in Abhandlungen und Compendien beschrieben wurden, die den Mitgliedern des Handwerks zur Benützung dienten, und daß sie von Hand zu Hand sich fort vererbt haben, seit den fernsten Zeiten des alten Aegyptens bis in die Tage des römischen Reiches und des Mittelalters. Hierher gehört z. B. ein ägyptischer Papyrus, den man zu Theben gefunden hat (jetzt im Leidener Museum). Er stammt aus dem III. Jahrhundert n. Chr. und ist griechisch geschrieben. Wir finden hier eine reiche Fülle chemischer Kenntnisse, die sich vor allem auf die Industrie der edlen Metalle und der Färberei beziehen, denn alle diese Techniken bildeten damals ein Ganzes. Alchemie und Färberkunst — auch die Juweliere „färbten“ doch durch Kunstgriffe ihr Gold — gehörten zusammen. Berthelot hat gesagt: „Die angeblichen Vorgänge der Transmutation, die während des ganzen Mittelalters Glauben fanden, waren ihrem Ursprung nach nur Handgriffe, um Legierungen niedrigeren Gehaltes herzustellen, d. h. die edlen Metalle zu verfälschen und nachzuahmen. Schließlich bildeten diejenigen, welche sich mit diesen Praktiken abgaben, sich wirklich ein, daß man von der Nachahmung des Goldes zu seiner wirklichen Schaffung übergehen könne, namentlich mit der Beihilfe übernatürlicher Mächte, die man durch magische Formeln anrief.“ Die wichtigsten chemisch-technischen Handbücher des abendländischen Mittelalters sind Abhandlungen, die sich genau an die metallurgischen Traktate der griechisch-ägyptischen Alchemisten und Juweliere anschließen und zwar die ältesten (lateinisch geschriebenen) sind: die „Vorschriften für die Färberei“ (*Compositiones ad tingenda*), deren früheste uns bekannte Handschrift aus dem VIII. Jahrhundert, in der Kapitelbibliothek zu Lucca liegt; und der „Schlüssel der Färberei“ (*Mappae clavicula*; älteste uns bekannte Handschrift aus dem

X. Jahrhundert, in der Bibliothek zu Schlettstadt). Beide Abhandlungen enthalten die Ueberlieferung von Vorschriften und Angaben aus der letzten Zeit des römischen Reiches. Die „*Compositiones ad tinguenda*“ umfassen die Gebiete: Färbung oder Imprägnierung von künstlichen Steinen, die zur Herstellung von Mosaiken dienen, ihre Vergoldung, Versilberung und Polierung; Herstellung von grün, milchweiß, rot verschiedener Schattierung, purpurn, gelb gefärbten Gläsern. Die Darstellung des Glases ist von einer kurzen Beschreibung des Ofens der Glasmacher begleitet, die sich mit immer größerer Ausführlichkeit bei den Späteren, z. B. bei Theophilus, und weiter bei den technischen und alchemistischen Schriftstellern gegen Ende des Mittelalters findet. Dazu kommt die Färbung von Häuten, Stoffen, Holzarten usw. Dann Verfahren zur Gewinnung von Quecksilber, die Herstellung von Legierungen, Silber-, Gold-, Zinnblättchen, Goldfäden, Vergoldung von Holz, Metallen, Glas u. a.

Das Ganze weist auf byzantinischen Ursprung und noch weiter aufs Altertum, aus dessen Werkstätten diese Vorschriften meist hervorgegangen sind. Die Rezeptzusammenstellungen des „Schlüssel der Malerei“ („*Mappae clavicula*“) beziehen sich auf ähnliche Gebiete und berücksichtigen besonders Metallurgie und Legierungstechnik, die beide ja die Grundlagen des alchemistischen Goldes sind. Das „Farbe geben“, das noch heute die Goldschmiede kennen, ist damals ein alchemistisches Dogma gewesen. Gewisse Agenzien spielten die Rolle von Fermenten, um Gold und Silber zu vermehren. Es kam vor allem auf den goldfarbigen Anstrich an, den man auch durch tierische Galle oder gewisse Harze herstellte. Aber alle diese Rezepte der Goldschmiede sind griechisch-ägyptischen Ursprungs, so auch in dieser technischen Handschrift. Viel wird hier auch über das schicksalreiche „unzerbrechliche Glas“ erzählt, von dem Petronius, Plinius, Dio Cassius, Isidor von Sevilla manch Märchen berichteten. Aehnliche technische Handbücher sind die des sogenannten Heraklius (oder Eraklius), aus byzantinischen Traditionen Süditaliens schöpfend, und die „Schilderung verschiedener Künste“ eines Mönches „Theophilus“. Besonders das erstere Werk zeigt so recht den antiken Ursprung der Kenntnisse.

Wir sehen, wie auch hier aus der Praxis heraus und aus den Bedürfnissen des Lebens die Chemie entstand und vielfach von Technikern weitergeführt wurde. Freilich haben auch im Laufe der Zeit sich dann Lehrmeinungen und mystische Kulte angesetzt, die aber das Wesen der Sache nicht ändern. Die Technik rettet diese Kenntnisse vor dem Vergessen. Die Praxis blieb, sie erhielt sich, während die theoretische Lehrmeinung, teils weil sie zu fein, teils weil sie zu groß war, im Verschwinden war. Die abergläubischen Riten wuchern damals immer

höher, eine alte vergessene Magie und okkulte Doktrin — aber die Praxis ging nicht unter. Gegen Ende des XIII. Jahrhunderts gibt sie sogar wieder den Anstoß zu theoretischen Ideen, die sie aufgestellt hat. Sie bot so der kommenden neuen Wissenschaft die sichere Grundlage.

Von den berühmten Chemikern und Alchemisten des Mittelalters haben wir schon mehrere genannt: Roger Baco (mit seinem „Speculum alchemiae“), Albertus Magnus („De mineralibus“), Vincentius von Beauvais („Speculum naturale“), Thomas von Aquino, Raymundus Lullus u. a.

Aus dem Zwielficht mittelalterlicher Alchemie, aus ihrer phantasiehaften und mythologischen Vorstellungswelt tritt auch der interessante Arzt, Politiker und Lientheologe Arnald von Villanova schärfer umrissen hervor. Freilich auch ihn umhüllt eine fast undurchdringliche Schicht von Sage und Fälschung. Vielleicht war er um 1238 herum geboren und zwar, wie wir heute sicher wissen, in der Diözese Valencia. Bei den Dominikanern wuchs er auf. Früh trieb es ihn schon zur Medizin und Naturforschung. Sein Lebensgang, den neuerdings Paul Diepgen, dann Finke und E. Laland durchforschten, ist schicksalsreich. Uns interessiert, daß er einige Zeit in Montpellier als Arzt wirkte und hier auch Dozent war. Zu berühmten Männern seiner Zeit gewann er Beziehungen, die er selbst erwähnt: Petrus Hispanus, Johannes von Toledo, Ermengard Blasius, Kardinal Albus, Guy de Chauliac, Raymund Lull u. a. Als Arzt von Päpsten und Vertrauter einflußreicher Fürsten war er viel herumgekommen und ein ereignisvolles und an diplomatischen Erlebnissen reiches Leben hatte er hinter sich, als er 1311 vom Tode abgerufen wurde. Er ist — wie die Chronisten melden — auf einer Reise zu Papst Klemens V. auf freiem Meere gestorben. Von fern sah man schon die Küste, aber er hat sie lebend nicht mehr erreicht. Er, der immer ein Wandernder war, blieb dauernd frisch im Geiste und ergriffen vom Leben. Nach mancherlei Kämpfen und noch vor dem Tore der Ruhe sah er die Welt herrlich ausgebreitet in einem ihrer schönsten Symbole der Größe — im Meere. Arnald von Villanova war ein großer Phantast mit dem raschen Pulsschlag des schwärmerischen Naturforschers des echtsten Mittelalters. Sein alchemistisches Schrifttum ist erwiesen. Zweifellos echt sind der *Rosarius philosophorum*, ein inhaltsreiches Buch über die damalige Goldmacherkunst, dann auch der Traktat *semita semitae*, die *epistola super alchymia ad regem Neapolitanum*, vielleicht auch teilweise *Speculum alchymiae* u. a. Der Fälschungen sind viele, denn der klangvolle Name Arnald von Villanova spielte in der alchemistischen Literatur auf den Titelblättern eine ähnliche Rolle wie der Name Geber. Damit ist alles gesagt. Die alchemistischen Theorien Arnalds sind die seiner Zeit. Kaum

daß er etwas Neues hinzufügt. Alle Metalle gehen aus einem gemeinsamen Ursprung hervor. Ihr sperma ist das natürliche Metall Quecksilber, das selbst wieder aus einem quecksilberartigen Stoff (aqua, aqua vitae, aqua benedicta, Merkur, argentum vivum) und Sulfur besteht. Durch lange Zeiträume wurde das Quecksilber durch chemische Prozesse in der Erde zu Metall und Edelmetall (metallum perfectum). Je nach dem Schwefelgehalt des Quecksilbers ergaben sich die verschiedenen Metallarten. Alle Metalle entstanden also aus dem Quecksilber (Merkur), eine Umwandlung, die man auch künstlich im Laboratorium vornehmen könne. Ein altes, echt alchemistisches Dogma, das schon seit dem Ende des Altertums Grundlage der Naturforschung war. In allen Operationen spielt Sulfur die Hauptrolle, alle Stufen der Metalledarstellung und die Farbennuancen hängen von ihm ab, selbstverständlich auch die Erzeugung des Steins der Weisen (aus Quecksilber, Gold und Silber), der „Tinkturen“ und Goldelixiere. Auch das ist aber schon Gemeingut der spätgriechischen und mittelalterlichen Naturwissenschaft gewesen, wie ja Arnald auch vieles aus Ibn Sina entlehnt hat.

Gewiß war dieser interessante Mensch ein feinsinniger Kopf, der bei allem Hang zur Schwärmerei und Uebertreibung die damals lebendigen Ideen der führenden Alchemisten alter und neuer Zeit erfolgreich bekannt machte und weitergab. Wenn er auch durchwegs rezeptiv arbeitete, kann ihm eine gewisse Eigenart und Persönlichkeit nicht abgesprochen werden. In die enttäuschende Alltäglichkeit des Lebens wollte er neue Wunder bringen und dabei sich selbst in eine Welt von Möglichkeiten hineinträumen, die es überhaupt nicht gibt. In solchen Bildern lief viel von seinem Leben an ihm vorbei, Bilder, herübergenommen wie aus Träumen und aus der Umwelt des Phantasten: wie oft sprach er vom Meer, das er in Gold verwandeln würde, wenn es Quecksilber wäre, ein kindlich klingendes Wort, das man lang dem (Pseudo-)Lull zuschrieb. Wie haben seine Gedanken und Gefühle die grellste Farbe der Sehnsucht bekommen, wenn er sich in diese blumigen Lügen verirrte! Das Meer — ganz aus Gold! Welch ein Bild! Vielleicht sah er es dann wirklich so, als er die Schwingen des Todes schon über sich hörte und sein brechendes Auge, wie durch aufsteigende Nebel, das letztmal die See sah und den fernen blendendweißen Küstenstreif. So farbig gab sich ihm auch noch das Sterben. . . .

Noch ein Wort über die Erfindung des Schießpulvers, die in diese Zeit fällt. Die Pyrotechnik hat damals eine große Rolle gespielt. Schrieb doch schon Hassân el-Rammah ein „Feuerwerksbuch“, das bereits den Salpeter als den wichtigsten Körper der Pyrotechnik anführt. Es entstand um 1275—1295. Hier in diesem Buche wird die Reinigung des Salpeters beschrieben, die Herstellung von Raketen, Sprengbomben,

„Schwärmern“, sogenannten Kanonenschlägen, bunten Flammen (allerdings der Name „bengalische Flamme“ stammt erst aus den Kriegen der Engländer gegen Indien um 1800). Die Vorschriften sind meist chinesisch („Pfeil von China“). Treibsätze aus Kohle, Schwefel und Salpeter wurden beschrieben. Die „Feuerlanze aus China“ gehört hierher und wird von Hassân el-Rammah ebenfalls beschrieben. Aber eigentliche Feuerwaffen sind das nicht. Auch im „Buch der Kriegskunst Muhammeds“ werden derlei nicht genannt.

Wir sagten schon, daß der erste abendländische Text, welcher Formeln pyrotechnischer Art wiedergibt, der des Marcus Graecus ist. Er schöpft aus byzantinischer Tradition. Das „Feuerbuch“ (entstanden um 1250 zu Konstantinopel) des Marcus Graecus ist eines der berühmtesten Bücher dieser Art im Mittelalter. Es beschreibt das „Griechische Feuer“, „Fliegende Feuer“ (ignis volans), „Römische Kerzen“, Feuerwerkskörper verschiedenster Art usw. Höchstwahrscheinlich haben aus diesem Werke Roger Baco und Albertus Magnus geschöpft. Sie dürften dadurch dem Abendlande die Kenntnis des Salpeters und Schießpulvers vermittelt haben. Ob die Chinesen 1232 eine explosive Mischung (Pulver?) in ihrer Kriegstechnik benützten, ist keineswegs sicher erwiesen. Die erste Notiz, die sich auf Berthold den Schwarzen (niger Bertholdus), den angeblichen Erfinder des Schießpulvers, bezieht, kennen wir aus 1444, und zwar im Büchsenmeisterbuch, das bei Franz Helm in Köln a. Rh. gedruckt ist. Dort steht 1388 als Todesjahr des niger Bertholdus. Gewiß ist, daß ihm die Pulvererfindung nicht zuzuschreiben ist, denn es wird doch schon z. B. 1242 von Roger Baco u. a. beschrieben. Allerdings ist ihm — wie A. Köhler abermals dargetan hat — die Verwendung des Schießpulvers als Treibmittel für Geschosse in eisernen Röhren und zwar für Geschosse mit Durchschlagkraft zuzuschreiben. A. Köhler nimmt an, daß niger Bertholdus gewiß schon im XIII. Jahrhundert tätig gewesen sei, denn schon aus der ersten Hälfte des XIV. Jahrhunderts haben wir unbezweifelbare Nachrichten über die Verwendung groben Geschützes im Belagerungskrieg. Die Erfindung der deutschen Feuerwaffen fällt also in das Ende des XIII. Jahrhunderts. — Was ist es aber mit dem griechischen Feuer? Das Wort „griechisches Feuer“ stammt aus dem Abendland, und zwar aus der Epoche der Kreuzzüge. Die Byzantiner nannten es $\pi\upsilon\rho$ $\mu\eta\delta\iota\kappa\acute{o}\nu$, $\theta\alpha\lambda\acute{\alpha}\sigma\sigma\iota\omicron\nu$, $\delta\gamma\rho\acute{o}\nu$. Der byzantinische Chronist Theophanes berichtet, daß das „griechische Feuer“ durch den Architekten Kallinikos aus Heliopolis im Jahre 678 nach Byzanz gebracht worden sei. Es wurde nun anstatt der sogenannten Feuertöpfe und Brandgeschosse benützt und brachte große Erfolge (Seeschlacht bei Kyzikos 678). Hauptbestandteile: Lösungen von Teer, Harz, Asphalt u. a., leichtflüssige Erdöle und fein ver-

teilter Aetzkalk. Das ergab beim Zusammenkommen mit Wasser explosive Mischungen, die von großer Wirkung waren. Man benützte sogenannte „Siphone“ (ähnlich den Feuerspritzen), um die Mischungen von den Schiffen aus gegen die Feinde zu schleudern. Selbstredend umgab man die Herstellung des „griechischen Feuers“ und seine Rezepte mit Sagen und mystischen Kulturen. Daß man es schon bei Julius Africanus (gestorben 232 n. Chr. als Bischof von Nikopolis) nachweisen kann, ist unrichtig und beruht auf unechten Eintragungen.

Ein reges Interesse brachte man in der scholastischen Zeit auch den beschreibenden Naturwissenschaften entgegen. Hier steht vor allem die Botanik und Zoologie des Albertus Magnus obenan. Er hat sozusagen das erstmal eine Pflanzen- und Tiergeographie im Mittelalter auf Grund des Aristoteles entworfen und eine erstaunenswerte Kenntnis der mitteleuropäischen Flora und Fauna gezeigt. Erst neuerdings ist durch die gründlichen Forschungen von Stadler, Wimmer, Jessen und Fellner mehr Licht in diese dunklen Gebiete der mittelalterlichen Naturforschung gekommen. In dem umfangreichen, im XIII. und XIV. Jahrhundert weitverbreiteten Buche „De vegetabilibus“ hat Albertus Magnus seine botanischen Kenntnisse niedergelegt, ein Werk, das zwischen Aristoteles-Theophrast einerseits und Andreas Cesalpini (1519—1603), dem Vorläufer Harveys und Linnés, andererseits als das einzige Dokument einer wirklichen wissenschaftlichen Botanik steht. Das Buch dürfte vor 1256 entstanden sein. Albertus verrät überall autoptische Kenntnis der deutschen Flora und ein feines Verständnis für die allgemeine Botanik. Wohl geht er von der pseudoaristotelischen Schrift des Nikolaus Damascenus (augusteisches Zeitalter) aus, aber er ist immer der selbstschöpferische Forscher und Beobachter, der das, was er selbst gesehen hat, vor allem in den Vordergrund stellt. Er bietet eine wertvolle Botanik der deutschen Vegetation.

An Albertus erinnert Thomas von Cantimpré (1204—1280), der ebenfalls Dominikaner war und dessen Schriften dem Domherrn von Regensburg, Konrad von Megenberg, bei der Abfassung seines bekannten, rein kompilatorischen „Buches der Natur“ als Vorbild galt. Dieses Werk ist das erste naturwissenschaftliche Buch in deutscher Sprache und erschien im Jahre 1350. Er ist als Typus mittelalterlicher Naturgeschichte und mittelalterlicher Art, die Natur zu beobachten, berühmt geworden. Schon vor 1500 wurde das Buch sechsmal gedruckt. Eigengut hat es fast keines, da es meist durchwegs Kompilation ist. Es weist aber in vielen Problemen auf die Weise der Naturbetrachtung einer mehr fortgeschrittenen Zeit. Hier nennen wir auch die 1260 von Wilhelm von Moerbeke ins Lateinische übersetzte Tiergeschichte des Aristoteles, die damit der Scholastik erschlossen wurde. Vielfach an Konrad von Megen-

bergs berühmtes Buch erinnert das allerdings ältere Werk von Jakob van Maerlandt: „Der Naturen Bloeme“.

Interessant sind die biologischen und embryologischen Ideen der Scholastik, die wir im Vorübergehen berühren wollen. Aristoteles beherrscht noch alles, wie wir das an des Albertus Magnus Schrifttum sehen. Solche Arbeiten überragen aber weitaus diejenigen, die damals andere Wege einschlagen (z. B. Ricardus Anglicus, der an Avicennas Anatomie anknüpft). Gewiß aber ging durch das ganze Hoch- und Spätmittelalter neben der offiziellen Aristoteleswissenschaft der eigentlichen Scholastik eine immer stärker werdende naturwissenschaftliche Bewegung und diese Parallelrichtung kam von Hippokrates und Galenos her. Allerdings erst die Vorrenaissance und der Untergang der Scholastik hat diesem komplizierten Wettkampf ein Ende gemacht. Der Streit selbst brachte alle die biologischen und embryologischen Probleme, die je in der damaligen Wissenschaft gestellt worden waren, in Mischung. Albertus Magnus ist als Zoologe, Biologe und Embryologe echter Aristoteliker, wenn er auch mit selbständigen kleinen Zusätzen nicht spart und hie und da Galenos und die Araber heranzieht. Seine Biologie erstreckt sich auf die ganze damals bekannte Fauna. Er behandelt als erster wohl diese Wissenschaften als selbständige Disziplinen, nicht als Appendix zu medizinischen und naturgeschichtlichen Stücken, wie damals und auch noch später üblich (z. B. bei Ricardus Anglicus, Alex. Benedictus, J. Fernel, Realdus Columbus, Jac. Rueff, Severinus Pinaeus, Ambroise Paré, Varolius, André du Laurens u. a.). Bruno Bloch hat darauf hingewiesen, daß Albert besonders in einem Punkte originell ist: er erkennt nämlich auch dem Weibe eine besondere Samenflüssigkeit zu (*Opera omnia*, Paris 1891, Vol. 12, lib. XV, tr. II, *De natura spermatis*) und „weist dem Menstrualblute die Rolle eines, allerdings für die Entwicklung unentbehrlichen, nutritiven (nicht, wie Aristoteles, generativen) Stoffes zu“. In allem anderen beruft sich Albert auf Aristoteles und vergleicht, wie er, den Zeugungsprozeß mit der Gerinnung der Milch, erklärt den männlichen Anteil als das formgebende, den weiblichen als das formempfangende Prinzip usw. Für Albert ist der Eidotter die Nahrungssubstanz, das Eiweiß hingegen gibt den Bildungsstoff. Alle aus Blut gebildeten Organe können regeneriert werden. Es existiert Urzeugung. Das Herz ist die Ursprungsstätte für die Entstehung der übrigen Organe. Albert verfißt also mit aller Energie die Lehre vom Primat des Herzens. Ein zweites Problem, das den begabten Naturforscher insbesondere gefangen nahm, waren, wie eben erwähnt, die damaligen Ansichten über den Anteil des weiblichen Geschlechtes an der Zeugung.

Albert hat Nachfolger gefunden, die ihn insbesondere als Enzyklo-

pädisten kopieren. Z. B. der begabte Thomas von Cantimpré (1204 bis 1280), von dem wir schon sprachen, dann der völlig unselbständige Kompilator Bartolomaeus Anglicus mit der Schrift *De proprietatibus rerum* (vor 1260) und der begabte Vincenz von Beauvais († 1264), dessen „*Speculum naturale*“ Bedeutung erlangte. Andere medizinische und anatomische Autoren jener Zeit, die sich mit biologischen Problemen beschäftigten, waren Thaddaeus Alderotti (1215—1295), Tommaso di Garbo († 1370) u. a., die den berühmten Schulen von Bologna und Salerno angehörten. In Padua wirkte der bereits erwähnte Pietro d'Abano (1250 bis etwa 1320), der in seinen sophistischen „*Quaestiones*“ recht Interessantes über die Herkunft des Samens, über die Funktion der Testes, Samenflüssigkeit u. a. sagt. In betreff der Biologie und Embryologie des Spätmittelalters orientieren am besten die Berichte des ältesten französischen Anatomen, Ricardus Anglicus, des Leibarztes des Papstes Gregor IX. (1227—1261). Seine interessante, in Paris entstandene und an Ibn Sina sich anschließende „*Anatomie*“ hat Robert Ritter von Töply 1902 in Wien herausgegeben. Nach Ricardus Anglicus erzeugen beide Geschlechter Samenflüssigkeit, die modifiziertes Blut ist, und das selbst wieder früher Gehirnnahrung war. Echt aristotelisch spricht der Verfasser von einem aktiven und passiven Prinzip in den Zeugungsteilen usw. Die Samenflüssigkeiten vermischen sich im Uterus. Gehirn, Herz und Leber werden vor allem gebildet. Der ganze Körper braucht 35 Tage zur Reife. Hier klingen allerdings arabische Theorien an, wie ja überhaupt Ricardus Anglicus wenig Selbständiges bietet. Aber als Ueberblick über die anatomischen und embryologischen Kenntnisse seiner Zeit ist das Buch bedeutend. — Von großer Wirkung mehr als Chirurgen waren Heinrich von Mondeville (1260—1320) und Guy de Chauliac (1363), der Verfasser des berühmten Schulbuches „*Guidon*“, die gewiß aber auch in die mittelalterliche Geschichte der Naturforschung gehören. Den hervorragenden Forschungen Julius Pagels verdanken wir die genauere Kenntnis dieser Männer. Anatomen, die damals auch als Naturforscher erwähnt zu werden verdienen, waren Mundino de Liucci, der 1315 das erstemal wieder Leichen sezirt und dessen Lehrbuch bis Andreas Vesal richtunggebend war, Gabriele Gerbi in Padua u. a.

Diese ganze biologische und embryologische Wissenschaft, wie sie das Mittelalter vorträgt, war allerdings ganz und gar in der Entwicklung der damaligen Medizin eingebettet. Aus den letzten und spätesten Ausläufern der Antike (Quintus Serenus Samonicus, Gargilius Martialis, Theodorus Priscianus, Anthimus u. a.) reifte die Mönchsmedizin (Isidorus Hispalensis † 636, Beda Venerabilis † 735, Benedictus Crispus, Hrabanus Maurus, letzter Nachklang: Hildegard von Bingen u. a.), der dann

die große Schule von Salerno folgte, die als geschlossene Aerztegilde begann und sich dann zur Fakultät erweitert (850—1200; Constantinus Africanus als Uebersetzer aus dem Arabischen ins Lateinische; Anatome porci des Copho; Trotula, die Vertreterin der „mulieres Salernitanae“; um 1101 Abfassung des berühmten hygienischen Lehrgedichtes; Gerhard von Cremona, Nicolaus Präpositus, der das große „Antidotarium“ verfaßte; Rogers Chirurgie „Rogerina“, „Rolandina“ sind neben dem Glosulae quatuor magistrorum das offizielle Lehrbuch der Chirurgie). Die scholastische Medizin wird durch Albertus Magnus, Thaddäus von Florenz, Pietro d'Abano, Bruno von Longoburgo in Kalabrien, Guilielmus Brixiensis, Simon Januensis, Ferraguth, Gilbertus Anglicus, Bernard von Gordon u. a. vertreten.

V. Die Naturforschung im Zeitalter der deutschen Mystik und des ausgehenden Mittelalters.

Ein neues Drängen zur Naturandacht und ein starkes, bodenständiges Naturgefühl rücken im späten XIII. und im XIV. Jahrhundert das mehr abstrakte, rein gedankenmäßige System der Scholastik in den Hintergrund. Es ist, als ob sie in diesem schon in Bernhard von Clairvaux und früher einmal bereits in Augustin sich ankündigenden subjektiven Individualismus ihren Kontrast erlebte. Es war die Mystik. Doch möchten wir gleich sagen: sie ist aus der Gedankenwelt der Scholastik hervorgegangen und nicht wie ein Wunder vom Himmel gefallen. Die abendländischen Mystiker sprachen vom persönlichen Leben und seinen Anknüpfungen an das All, und doch verbarg sich hinter dieser farbenvollen Rede das straffe und erstaunlich konsequente logische Gedankensystem der nüchternen Scholastik. Das Sein ist etwas Einheitliches, die Göttlichkeit der Menschenseele ist wesenhaft und der Kosmos bedeutet eine sittliche Totalität — darin hingen ihre Hauptprobleme. Die Natur bot die Symbole für das All und die Anregungsmittel zur religiösen Erhebung zum göttlichen All. Darum sieht man in dieser Zeit auch Gelehrte in die Einsamkeit ziehen oder in Gegenden von großer Schönheit, Klostergründungen erfolgen in reizvoller Natur, Mönche führen ein idyllisches Leben mit Tieren und Pflanzen u. a. m. Wir erinnern an Abälards Paraklet (in der Nähe von Nogent in der Champagne), an Clairvaux, an die Kartause Brunos in Kalabrien u. a., Orte, die z. B. der Abt Frowin von Engelberg (XIII. Jahrhundert) in begeisterten Worten beschreibt. Wir wissen, daß auch schon in früherer Zeit aus der Feder von Mönchen prächtige Naturschilderungen herrühren, die uns ein starkes Naturgefühl und eine seltene Empfänglichkeit für das Naturschöne und Idyllische offenbaren. Walafried Strabo, Abt von Reichenau im Zellersee bei Konstanz, mit seinem „Hortulus“, der umbrische Mönchsvater Petrus Damiani und vor allem der genialste und modernste Naturpoet unter ihnen allen und frühe mönchische Vorbote der Renaissance: Franz von Assisi (1182—1226). Er ist aus dem italienischen Volkstum des XIII. Jahrhunderts erwachsen. Seinem brennenden Herzen war die Natur das irdische Paradies, und das von Rosenhecken umrankte

Maria-Portiuncula-Kirchlein war der Mittelpunkt seines neuen Ordens. Franz von Assisi lebte mit der Natur in innigem Einklang, er liebte sie, wie man einen Menschen liebt, und aus allem, was sie bot oder nahm, hörte er Trost und Lebensmut herausklingen. Er lebte die Natur und die Liebe. Er nahm den „teuflischen“ Bann von ihr weg, indem er zeigte, wie rein und sündlos sie ist. In ihm lebte die heiße Naturliebe der „Spielleute Gottes“, der Troubadours und singenden Pilgern, sein Auge ruhte mit Innigkeit auf der schlichtesten Erscheinung der Landschaft. Die Vögel des Himmels, ein Schwalbenflug, das Schneegestöber des Blütenmondes und die Lilien auf den Feldern haben ihm mehr gesagt als Bücher und Konzilien. Seine Naturbetrachtung reifte ihm aus dem Herzen. Mit der Natur redete er wie mit Menschen, denn er glaubte, „daß nichts auf Erden ohne eine Seele ist, und er begegnete jeder Seele, auch der Gräser und der Steine, mit brüderlicher Ehrfurcht und Liebe“ (Hermann Hesse). Aus diesem Geist des Sichselbstvergessens, der freiwilligen Armut und Willenlosigkeit erblühte das Ideal des Ordens der Minoriten oder Franziskaner. Es ist bekannt, wie auch in die Verse Dantes und Petrarcas vieles von dieser feinen mönchischen Naturpoesie eindrang und das neue Naturgefühl der Renaissance zu frischem Leben rief. Oder man denke an die Bewegung, die von Bernhard von Clairvaux ausgegangen ist, von jenem Manne, der an der Erde lernte und an den Bäumen, an dem Korn, den Blumen und dem Grase. Die Natur füllte auch sein bewegtes Herz und es wuchs ihm daraus eine sonnige, glückliche Welt. Aber Franz von Assisi, dieser Mann ohne Schulweisheit und Logik, war der größte Naturfreund unter ihnen allen, er, der vielleicht die interessanteste und urtümlichste Persönlichkeit des ganzen Mittelalters ist. In einer bewegten, wolkigen Zeit erhebt er seine Stimme: das XIII. Jahrhundert setzt ein. Aus ihm heraus hat der mittelalterliche Mensch das Tiefste gesagt, was in ihm wohnte, atembenehmende Angst und doch wieder leuchtende Hoffnung formten seine Gebete und Hymnen, die er aus schwerer Luft zum Himmel sandte, das Menschliche, allzu Menschliche glitzert durch die dunkeln Flöre der Trauer, aus dem Grunde der Seele herauf klingen Worte und Gedanken, einer Innigkeit voll, wie sie die Vergangenheit nie verspüren ließ. Die Luft des ersten Vorfrühlings ging durch die Seelen. Die Menschen sind reifer geworden und sehen nun nicht nur der Natur tiefer ins Herz, sondern auch sich selbst. Von ihren inneren Stürmen und schweren Bitterkeiten verraten sie in Lied und Rede, und ihre Gebete klingen — oft nur in kargen Worten — wie der verzweifelte Schrei eines zu Tode gehetzten Menschen. Das „Stabat Mater“ ist damals entstanden und das „Die irae“. Aber schon in diesen Tagen wächst ganz mählich im Menschen wieder jenes Gefühl des großen und

zählen und ewigen Zusammenhanges zwischen Mensch und Universum, und dieses Erlebnis wandelt Laut und Farbe der Dinge. Man spürt wieder die unendlichen Gemeinschaftlichkeiten des Weltganzen. Die Mystik kommt und nimmt von Kindern der Seele und Naturfreunden Besitz. Sie tritt hervor, als die Scholastik bereits im Nachmittag ihres Lebens war. Die damalige deutsche Predigt der Dominikaner ist ihr Organ. Hat diese doch die großen scholastischen Systeme popularisiert und ihr ergab sich ungezwungen für diese volkstümliche Darlegung philosophischer und theologischer Weisheit eine „neue“ Form oder, richtiger gesagt, eine neue Religionsform: die Mystik. Sie ist die Praxis der Scholastik und eine Blüte hoher geistiger Kultur. Dialektik ist völlig eingehüllt und durchwirkt von unmittelbarer frommer Gemütsfassung, die sich bis zum Pantheismus steigert. In ihr kommt es vor allem auf das unmittelbare Verhältnis von Mensch und Gott an. Neue subjektive Werte stellen sich dem damaligen Naturbetrachter ein: Wesenheit der Seele mit Gott! Ein Gedanke, der ja in der monistisch gefärbten Immanenzlehre des großen Scholastikers Thomas von Aquino und dessen Realismus in der akutesten Form (das Wort Realismus scholastisch verstanden) verankert war. Von hier aus sprach der erste Philosoph in deutscher Sprache, der geniale Mystiker Johannes Eckhart aus Hochheim (bei Gotha; etwa 1260 bis 1327). Aber er geht viel weiter als der Scholastiker: ihm ist das reine Erkennen ein Weg zur Vereinigung mit Gott. Erkennen heißt das Absolute (= Gottheit) ergreifen, denn die Vernunft führt alle Dinge in Gott zurück. Alle Mannigfaltigkeit löst sich auf in der Ruhe des Absoluten, gerade so wie dieses sich aber auch wieder zur Natur, zu den Dingen der Welt und allen ihren Formgestaltungen sich wieder „sammeln“, „setzen“ kann. „Setzung“ und „Aufhebung“, „Entstehung“ und stufenweise „Zurücknehmung“ sind nach mystischer Deutung „Schöpfung“ im weitesten Sinne. Aus der Einheit zur Vielheit und umgekehrt! Das gefühlsmäßige Erlebnis dieses Prozesses nennt Meister Eckhart die „Geburt Gottes in der Seele“. Die Mystiker deuten es als eine unmittelbare Anschauung Gottes und der ewigen Wahrheit, eine schöpferische Seeleneinheit, die alle Dialektik und Schulweisheit ablehnt. Beinahe möchte man sagen: sie deutete diese „Vereinigung mit Gott“ als tiefstes Naturgefühl. Und doch war die deutsche Mystik aus dem echtsten Katholizismus emporgestiegen und „bewußte, reflektierende katholische Frömmigkeit, die eben durch Reflexion und Kontemplation sich steigern will“ (Adolf Harnack). Gewiß auch für die Geschichte der Naturbetrachtung ist sie von Bedeutung gewesen, aber das Größte, was die Mystik geleistet hat, war, daß sie gesagt hat: Die Religion ist Leben und Liebe — und daß sie den Sturm des Individuellen in den Seelen entfachte und die neue Verinnerlichung des Menschen herauf-

führte, die die hohe Steigerung des Innenlebens und das ungestüme Drängen des Selbstgefühls, die vertiefte Energie des Denkens und seelische Bewegtheit, wie sie uns in der Renaissance fühlbar werden, vorbereitet. Die Menschen kamen von da an nicht mehr zur Ruhe, denn die Bettelordenmystiker und die Ketzerbewegung bargen aufweckende Kräfte in sich. Neue Wunder der Seele und Verheißungen des exakten, kühl rechnenden Verstandes glänzten verheißungsvoll am Horizont der damaligen Geisteskultur, hoffnungsvolle Probleme, die die Welt so anders machen sollten. Vieles davon erblühte im Tiefsten und Letzten aus dem Bekenntnis der Mystik, daß alle Dinge zu Gott zurückkehren über die seltsame Brücke, die Mensch heißt. Unsere Modernen sagen wieder: Der einzige Weg zu Gott ist der Mensch selbst! Und doch, wie wir schon erwähnten, reifte auch die mystische Metaphysik aus der Scholastik und da besonders aus der Gedankenwelt des Thomas von Aquino und Albertus Magnus. Auch er nennt Gott das „Alleine“, das „individuelle Nichts“, die „abgründliche Substanz“, die „stille Stillheit“. Meister Eckhart sagt auf deutsch, was Thomas in scholastischer Rede ausdrückt. Der Sinn ist derselbe, nur das „Bild“ ist anders. Echt thomistisch ist der Gedanke, daß die Seele schon hier auf Erden Gott aufnehmen, erleben kann usw.

Aus diesem Geiste heraus ist die ganze Naturbetrachtung der deutschen Mystik, von deren bedeutendsten Vertretern wir außer Meister Eckhart noch nennen wollen: Johann Tauler aus Straßburg (1300 bis 1361), Heinrich Suso aus Konstanz, der unbekannte Verfasser des „Büchleins vom vollkommenen Leben“, Johann Ruysbroek (Prior im Kloster Grüntal bei Brüssel), Margarete Ebnerin, Hildegard von Bingen, die Gemeinde der „Gottesfreunde“ und der „Brüder des gemeinschaftlichen Lebens“ (Gerhart Groot † 1384), Thomas Hamerken von Kempen u. a.

In ihrem Naturgefühl lebte viel von jener Sehnsucht nach dem Unendlichen und die grenzenlose Romantik des Herzens, denn die Mystik war auch ein neuer Idealismus des Menschentums. Loslösung der Welt, vom Selbst — das ist die Vergottung der Mystik und das Ringen um die „Abgeschiedenheit“. Die Seele muß „lauter, ledig und bloß von allen Bildern und abgeschieden von aller Kreatur werden“. So schrieben die mittelalterlichen Mystiker. Das Endliche ist Schein, aber das Unendliche ist Wahrheit und alle Dinge sind nur ein Gleichnis oder wie ein Spiel in einem Spiegel. . . . Die Seele ist göttlich, die Welt ist be-seelt und Gott ist die Welt — mit diesen Gedanken rüttelt die Mystik an den Toren der neuen Zeit, die nun bald weit offen stehen sollten. Ein armer Bettelmönch und Naturfreund aus Assisi hat aber den ersten Anstoß gegeben: ein sonniger Reformator, ein durch und durch fried-

licher Mann, der die Blumen und Tiere, die blauen Berge am Horizont und die Allmutter Sonne, die Wolken und sogar die Pfützen mit dem Widerschein des Himmels als seine Geschwister anspricht. Der heilige Franziskus von Assisi — so geht sein Name durch die Geschichte, die Gloriole des Ueberirdischen hat man ihm um sein schlichtes Haupt gelegt und sein einfaches Bettlerleben mit einer ernsten unnahbaren Tradition umhüllt, er, der aber zu den größten oder sanftesten Wundern der Natur wie ein Kind Du gesagt hat.

Die Naturforschung der Mystik hat in einer hochbegabten Frau ihre Vertreterin gefunden, die leider in diesem Zusammenhange fast nie genannt wird: die Aebtissin Hildegard von Bingen (1098 bis etwa 1180). Sie entstammt aristokratischem Hause und wurde im Schottenkloster Disibodenberg erzogen. In späteren Jahren gründete sie ein Frauenkloster auf dem Rupertsberge bei Bingen. Hildegard ist nicht nur die „erste große geistliche Seherin Deutschlands“, sondern auch die erste literarisch tätige Aerztin unter uns Deutschen. Von ihr stammen wertvolle medizinische Werke und vor allem auch die sogenannte „Physica“, die Paul Kaisers Forschungen wieder in den Vordergrund des Interesses rückten. Alle ihre Arbeiten waren bis ins XVI. Jahrhundert rühmlichst bekannt. Die wissenschaftlichen Voraussetzungen ihrer Ansichten waren wohl die Naturforschung und Heilkunde des damaligen Benediktinerordens und seiner Ueberlieferungen, und dann vielfach die Weltanschauung der Mystik. Was Hildegard in ihren Schriften bietet, ist so recht der Stand der deutschen Naturwissenschaft im XII. Jahrhundert. Sowohl die Physica (Handschriften in Paris, Wolfenbüttel, Brüssel und ein Druck aus 1533 in Straßburg, neue kritische Ausgabe von Paul Kaiser) als auch ein anderes Werk, in einer bis jetzt ungedruckten Handschrift in der Kgl. Bibliothek zu Kopenhagen, enthalten historisch interessante Gedankengänge. Einige davon im folgenden.

Hildegard vertritt die Ansicht, daß aus dem Willen des ewigen Gottes der Weltstoff oder die vier Elemente hervorgegangen seien. Gott ist Licht und allmächtig. Er schuf mit allem auch das Himmelslicht. Die Sonne besteht aus Feuer und Luft. Sie hält das Universum zusammen und macht durch ihre Bewegungen den Wechsel von Frühling, Sommer, Herbst und Winter. Die Sonne und die übrigen Planeten drehen sich dem Firmament entgegengesetzt. „Dieses dreht sich auch, doch erst seit Adams Fall — täte es das nicht, so würde die Sonne den ganzen Sommer und ohne Nacht strahlen, und im Winter wäre ewige Nacht. Am jüngsten Tage wird das Firmament wieder stille stehen.“ Diese besagte Drehung erzeugt Töne. Da sie weit von uns erklingen, hören wir sie nicht. Auch die Sterne hat Gott geschaffen, die an Größe wie Berge und Hügel verschieden sind. Sie dienen und leuchten den Men-

schen. Wichtig sind vor allem die Planeten. Der höchste von ihnen (oculus genannt) und der, der dem Monde am nächsten steht (pauper), lassen Blitze in den Wolken leuchten, wenn sie etwas Künftiges prophezeien. Die Sterne werden vom Monde beleuchtet, denn kommt dieser in die Nähe der Sonne, so empfängt er von ihr seine Glut und wird allmählich ganz mit Licht erfüllt, „wie ein Scheiterhaufen allmählich anglüht; wenn er aber voll ist, so daß er mit einer gesegneten Frau verglichen werden kann, gibt er sein Licht wieder an die Sterne ab“. Diese erwärmen die Luft und erzeugen den Tau. Es gibt immer einen Kampf zwischen Luft und Feuer. Die Sterne können an die Luft ihr Feuer abgeben (Meteore, Sternschnuppen u. a.). Der Mond ist das wichtigste Gestirn. Er nimmt alle Schädlichkeiten der Luft und Wärme in sich auf. Durch einen Zusammenstoß der Elemente und Stürme entstehen Mondfinsternisse. Die vier Elemente, aus denen doch Gott die Welt erschaffen hat, sind untrennbar. — Hildegard bespricht recht eingehend die verschiedenen Formen dieser Grundstoffe und weist insbesondere auf ihre meteorologische Bedeutsamkeit. Auch über Heilquellen, Brunnen- und Meerwasser sagt sie viel Zutreffendes, das ein feines medizinisches Verständnis verrät. Sie unterscheidet die „irdische Luft“ von der, die die Gestirne umweht (Aether!). Die Winde umhüllen das Firmament wie einen Mantel. Der Ostwind schickt milden Regen, der Westwind hält die Regenwolken zusammen, der Südwind zügelt die Hitze, der Nordwind hält die Finsternis zurück. „Sie sind die Flügel der Allmacht Gottes und werden erst am jüngsten Tage in ihrer ganzen Kraft erbrausen.“ Sie halten unsichtbar das Firmament zusammen, wie die menschliche Seele unsichtbar den Leib zusammenhält. Die Morgen- und Abendröte ist eine Folgeerscheinung der Feuchtigkeit und der Kälte der Luft. Die Erde schwebt „am Grunde des Firmamentes“. Gegen Norden hat sie eine jähe Steigung, gegen Süden steilen Abfall.

Hildegard von Bingen hat als Aerztin insbesondere auch über das Wesen des Menschen und seine Krankheiten nachgedacht. Echt mittelalterlich auch hier, sagt sie, Gott habe den Menschenleib aus Erdenlehm geformt und ihm dann die durch die Vernunft beschwingte unsterbliche Seele gegeben. Der Sitz der Seele ist das Herz und beeinflußt von hier aus den ganzen Menschen. Mit den Elementen steht der Mensch im engsten Zusammenhang, denn sie sind in ihm enthalten und beeinflussen ihn und vielfach ist er nur wie ein Spiegelbild der ganzen großen Welt . . . Hier klingen bei Hildegard plötzlich Gedanken an, die in die Zukunft weisen. Trotz ihres theologischen Standortes scheint sie hier Gott, Welt und Seele als etwas Einheitliches zu fassen, echt mystisch, aber auch ganz im Geiste der Renaissance: Gott ist die Welt, die Welt ist beseelt und die Seele ist göttlich. Darum der unendliche Wert der

letzteren. Das Göttliche ist die Vollendung, es ist der Endpunkt aller Evolution, denn alles will — wie dann Theophrastus Paracelsus am Anfange der neuen Zeit sagte — im „Lichte der Natur“ vollendet sein und alles ist auf der Wallfahrt zu Gott. Der Mensch ist die Natur und die Natur ist der Mensch. Doch das ist schon auch das neue kosmische Gefühl und die Gefühlsphilosophie der Renaissance, aber auch ihre sensualistische Verherrlichung des Menschen und der neue Blick für Leben, Sterben und Werden. Eine neue Menschenkunde hebt an und mit ihr eine andere Weise, die Dinge zu sehen und zu sagen. Es war wie eine Flucht aus den Schmerzen und der Herbheit einer trauerbeladenen Zeit.



wissen-
10709

THE INSTITUTE OF MEDIAEVAL STUDIES
59 QUEEN'S PARK CRESCENT
TORONTO - 5, CANADA

10709.

